Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет *Комп'ютерних наук*
(Повна назва)

Кафедра *Системотехніки*
(Повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження та розробка трендових індикаторів технічного аналізу для інтернет-платформ інвестування та продажів нерухомості
(тема)

Виконав:

Студент 2 курсу, групи *СПРм-19-2*

Спеціальність *122 – Комп'ютерні науки*
(код і повна назва напряму)

Тип програми *освітньо-наукова*
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма *Системне проектування*
(повна назва освітньої програми)

Свириденко Д.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник доц. Тітов С.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ проф. Гребеннік І.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(Назва закладу вищої освіти)

Факультет *Комп'ютерних наук*
(повна назва)

Кафедра *Системотехніки*
(повна назва)

Рівень вищої освіти *другий (магістерський)*

Спеціальність *122 – Комп'ютерні науки*
(код і повна назва)

Тип програми *освітньо-наукова*
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма *Системне проектування*
(Повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«____»_____ _20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Свириденку Дмитру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження та розробка трендових індикаторів технічного аналізу для інтернет-платформ інвестування та продажів нерухомості затверджена наказом по університету від 23.03.2021 р. №389Ст

2. Термін подання студентом роботи 24 травня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи. Об'єкт – трендовий технічний індикатор для інтернет-платформ інвестування та продажів нерухомості. Функція – спрощення методу прогнозування майбутньої ціни нерухомості.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Вступ. Аналіз предметної області. Аналіз динаміки змін ринку нерухомості у світі та Україні. Методи технічного аналізу змін цін на нерухомість. Аналіз існуючих трендових технічних індикаторів. Розробка пропозицій по створенню прогнозуючого поведінку ринку нерухомості індикатору. Аналіз методів ковзних середніх та розгляд їх реалізацій. Аналіз результатів використання типів ковзних середніх на тестових даних ринку нерухомості. Програмна реалізація трендового індикатору. Програмна реалізація

трендового індикатору. Наведення результатів програмної реалізації. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів) Схематичні та візуальні зображення роботи трендових індикаторів технічного аналізу; візуальне зображення з порівнянням використання того чи іншого трендового індикатору технічного аналізу; візуальне відображення програмної реалізації.

6. Консультанти з роботи із зазначенням розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		(підпис)	(дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів проекту (роботи)	Термін	Примітка
1	Отримання завдання та уточнення плану роботи	29.03.21	
2	Постановка задачі	04.04.21	
3	Аналіз сучасного стану ринку нерухомості	06.04.21-08.04.21	
3	Аналіз існуючих найпопулярніших трендових індикаторів	09.04.21-16.04.21	
4	Розробка пропозицій по створенню прогнозуючого поведінку ринку нерухомості індикатору	17.04.21-20.04.21	
5	Аналіз методів ковзних середніх та розгляд їх реалізацій	21.04.21-29.04.21	
6	Проведення експериментальних досліджень	29.04.21-05.05.21	
7	Аналіз результатів експериментальних досліджень	05.05.21-10.05.21	
8	Програмна реалізація трендового індикатору	11.05.21-12.05.21	
9	Обробка отриманих результатів реалізації	13.05.21-14.05.21	
10	Оформлення пояснювальної записки	15.05.21-17.05.21	
11	Подання роботи до екзаменаційної комісії	24.05.21	

Дата видачі завдання 29 березня 2021 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи доц. Тітов С.В.

(підпис)

ABSTRACT

The explanatory note to the certification work: 82 p., 1 table, 33 pic., 24 sources.

TECHNICAL ANALYSIS, TREND INDICATOR, TREND, INVESTMENT, INTERNET, INTERNET PLATFORM, ANALYSIS, MOVING AVERAGE, DEVELOPMENT, REAL ESTATE, REAL ESTATE MARKET

The purpose of the work is to further develop methods of technical analysis of the real estate market using trend indicators, to develop recommendations for their construction and use as an investment tool on the Internet platforms.

The research method is the analysis of the results of the use of the trend technical indicator on the real data.

A full analysis of the most popular existing trend technical indicators used to predict future prices.

The object of the research is a trend technical indicator for online real estate investment and sales platforms.

The subject of the research is the effectiveness of the trend technical indicator for forecasting real estate prices.

Based on the analysis, a software implementation of the most effective in terms of analysis of the trend technical indicator was developed, as well as its visualization based on test data. The results can be used on any online platform for real estate investing.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 82 с., 1 табл., 33 рис., 24 джерела.

ТЕХНІЧНИЙ АНАЛІЗ, ТРЕНДОВИЙ ІНДИКАТОР, ТРЕНД, ІНВЕСТУВАННЯ, ІНТЕРНЕТ, ІНТЕРНЕТ-ПЛАТФОРМА, АНАЛІЗ, КОВЗНА СЕРЕДНЯ, РОЗРОБКА, НЕРУХОМІСТЬ, РИНОК НЕРУХОМОСТІ

Метою роботи є подальший розвиток методів технічного аналізу ринку нерухомості при використанні трендових індикаторів, розробка рекомендацій з їх побудови та застосуванні як інвестиційного інструменту на інтернет-платформах.

Методом дослідження є аналіз результатів використання трендового технічного індикатору на реальних даних.

Проведено повний аналіз найпопулярніших існуючих трендових технічних індикаторів, які використовуються для прогнозування майбутніх цін.

Об’єктом дослідження є трендовий технічний індикатор для інтернет-платформ інвестування та продажів нерухомості.

Предметом дослідження є ефективність трендового технічного індикатору щодо прогнозування ціни на нерухомість.

На основі аналізу було розроблено програмну реалізацію найбільш ефективного з точки зору проведеного аналізу трендового технічного індикатору, а також побудовано його візуалізацію на тестових даних. Результати роботи можуть бути використані на будь-якій інтернет платформі для інвестування у нерухомість.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ 8
ВСТУП 9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ 11
1.1 Аналіз динаміки змін ринку нерухомості у світі та Україні 11
1.2 Методи технічного аналізу змін цін на нерухомість 15
1.3 Аналіз існуючих трендових технічних індикаторів 17
1.3.1 Числа Фібоначчі 17
1.3.2 Хвилі Еліота 19
1.3.3 Індикатор Alligator 21
1.3.4 Індекс відносної сили (RSI) 23
1.3.5 Лінії Болліндже ра 24
1.3.6 Індикатор ковзної середньої 26
1.3.7 Експоненціальна ковзна середня 28
1.3.8 Зважена ковзна середня 30
1.3.9 TRIX (Triple Exponential Moving Average) 31
1.3.10 Parabolic SAR (Параболічна Система SAR) 34
1.4 Розробка пропозицій по створенню трендового технічного індикатору для прогнозування поведінки ринку нерухомості 37
2 ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОВЗНИХ СЕРЕДНІХ В ТРЕНДОВИХ ІНДИКАТОРАХ 39
2.1 Аналіз методів ковзних середніх та розгляд їх реалізацій 39
2.1.1 Проста ковзна середня 40
2.1.2 Зважена ковзна середня 42
2.1.3 Експоненціальна ковзна середня 43
2.1.4 Подвійна експоненціальна ковзна середня 45

2.2 Аналіз результатів використання типів ковзних середніх на тестових даних ринку нерухомості 46
2.2.1 Проста ковзна середня 46
2.2.2 Подвійна проста ковзна середня 52
2.2.3 Зважена ковзна середня 53
2.2.4 Експоненціальна ковзна середня 54
2.2.5 Подвійна експоненціальна ковзна середня 56
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТРЕНДОВОГО ІНДИКАТОРУ 63
3.1 Обґрунтування вибору технологій реалізації 63
3.2 Програмна реалізація трендового індикатору 64
3.2.1 Реалізація експоненціальної ковзної середньої 64
3.2.2 Реалізація подвійної експоненціальної ковзної середньої 65
3.3 Наведення результатів програмної реалізації 66
ВИСНОВКИ 68
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 69
ДОДАТОК А. Заява щодо самостійності виконання кваліфікаційної роботи 72
ДОДАТОК Б. Протокол перевірки тексту пояснювальної записки електронною системою на плагіат 73
ДОДАТОК В. Графічний матеріал кваліфікаційної роботи 74
ДОДАТОК Г. Відомість кваліфікаційної роботи 81

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

MA – Moving Average

SMA – Simple Moving Average

EMA – Exponential Moving Average

WMA – Weight Moving Average

DEMA – Double Exponential Moving Average

Parabolic SAR – Parabolic Stop and Reverse

TRIX – Triple Exponential Moving Average

RSI – Relative Strength Index

ВСТУП

Інвестиційна діяльність є однією з ключових форм економічної діяльності людини. Існує безліч цінностей у які можна інвестувати, як то наприклад експонати мистецтва, акції компаній або ж нерухомість. Нерухомість – основа та найважливіша частина світового багатства, на частку якої припадає понад 50% вартості всіх матеріальних цінностей. Зазвичай інвестування у нерухомість потребує використання послуг агентств, або ж ріелторів, які можуть стягувати досить значні комісії за свої послуги. Іншим же варіантом, більш простим та легким у використанні, є інвестування у нерухомість за допомоги інтернет-платформ, які надають доступ до інвестування як у окремі об’єкти нерухомості, так і у так звані ETF.

Інтернет-платформи надають багато додаткової інформації про об’єкт нерухомості, як то актуальну ціну, історію змін цін, обсяги покупок або продажів та інші фінансові показники. Зазвичай, ця інформація подається у вигляді графіків, адже це найбільш зрозумілий та легкий для сприйняття спосіб відображення статистичних даних.

Для оцінки привабливості та перспектив об’єкту інвестування зазвичай використовують технічний аналіз, який дозволяє спрогнозувати зміни ціни в майбутньому на основі аналізу зміни ціни у минулому. У його основі лежить аналіз часових рядів ціни. Найчастіше методи технічного аналізу використовуються для аналізу цін, що змінюються вільно, в залежності від навколишньої ситуації та загальносвітового інвестиційного настрою. Найпоширенішим методом аналізу часових рядів ціни вважається трендовий індикатор, який підтверджує тенденцію на ринку. Саме за допомогою нього інвестор може оцінити поточний стан ринку та майбутні ризики пов’язані з прибутком або з втратою.

Метою роботи є подальший розвиток методів технічного аналізу ринку нерухомості при використанні трендових індикаторів, розробка рекомендацій з їх побудови та застосуванні як інвестиційного інструменту на інтернет-платформах.

Для досягнення вирішення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– провести аналіз сучасного стану ринку нерухомості;
– провести аналіз існуючих трендових технічних індикаторів;
– обрати трендові індикатори, які необхідно детально дослідити та розробити;
– програмно реалізувати обраний трендовий технічний індикатор.

Об’єктом дослідження є трендовий технічний індикатор для інтернет-платформ інвестування та продажів нерухомості.

Предметом дослідження є ефективність трендового технічного індикатору щодо прогнозування ціни на нерухомість.

Методом дослідження є аналіз результатів використання трендового технічного індикатору на тестових даних.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз динаміки змін ринку нерухомості у світі та Україні

Ринок нерухомості є сукупністю учасників (покупців, продавців, брокерів, ріелторів, державних органів і тд.) і угод (купівля, продаж, оренда і тд.) між ними [1]. Вважається, що одним з найбільш привабливих способів інвестицій є вкладення коштів у нерухомість. Даний сегмент фінансового ринку характеризується стабільними цінами, відносну стійкість до зміни кон'юнктури і не вимагає від потенційного інвестора значних знань в області менеджменту для отримання прибутку від свого нового активу, так як в переважній більшості випадків власники воліють здавати нерухомість в оренду. При цьому учасники ринку часто стикаються з труднощами, пов'язаними з оцінкою ризиків передбачуваного розміщення фінансових ресурсів. Перш за все, ризики на ринку нерухомості виникають унаслідок тривалого періоду інвестування, характерного для девелоперських проектів. Жоден з учасників не застрахований від ситуації, при якій він міг почати фінансування об'єкта в одних умовах ринку, а вийти з об'єктом на ринок вже в зовсім інших. При цьому якщо мова йде про фазу бурхливого зростання, яка характерна для стихійних ринків та ринків що формуються, то дана обставина є приємним бонусом до спочатку запланованого рівня грошових потоків від об'єкта. Абсолютно зі зворотною ситуацією може зіткнутися інвестор, якщо рішення про інвестування в той чи інший об'єкт прийнято на ринку, близькому до насичення. У цьому випадку мова йде про можливі значні збитки, спричинені з низьким завантаженням об'єкта орендарями.

Аналітики International Luxury Property Expo (ILPE) відзначають зміну географії інтересу інвесторів при виборі нерухомості для вкладень. В першу чергу їх цікавлять країни, де нерухомість стабільно росте в ціні або активно дорожчає в останні роки. Наприклад, в Сінгапурі елітне житло подорожчало на 11,5%, хорошу динаміку показали Токіо (9,4%) і Пекін (7,3%). У 2018 році на ILPE було багато

запитів на іспанську нерухомість, і це корелює із загальним зростанням цін на об'єкти в країні. Наприклад, в Мадриді ціни зросли на 10,3%. Найпривабливішою країною для покупки елітної нерухомості в Європі вже багато років залишається Німеччина. Це можна пояснити стабільною політичною ситуацією і прозорою системою оподаткування. Тільки за минулий рік ринок нерухомості Німеччини залучив інвестицій на 57,5 млрд. євро. За кількістю запитів, отриманих ILPE, нерухомість ФРН зайняла в 2018 році перше місце серед країн ЄС.

Євросоюз в цілому зберігає привабливість для інвесторів в елітну нерухомість. Якщо 2017 рік був непростим для ЄС – окрім Brexit Європі належало пройти випробування виборами в Німеччині і Франції, – то 2018 й відзначився більшою стабільністю ринку нерухомості. Останній відразу відреагував на поліпшення політичної ситуації, і в 2018 році ціни на елітну нерухомість виросли. Так, в Берліні зростання склало 8,5%, в Парижі – 6%. Найдорожче житло в ЄС зараз в Монако – 1 м² коштує 62,5 тис. Доларів. В середньому в 2018 році ціни на елітну нерухомість Євросоюзу виросли на 6%. Країни Західної Європи залишаються найбажанішими для інвестицій з метою збереження активів.

Через політичну нестабільність на 1,8% подешевшала елітна нерухомість в Лондоні і на 2,4% – в Стамбулі. А в світі найбільше просів ринок Ванкувера. Тут нерухомість подешевшала на цілих 6,2%.

Якщо ще кілька років тому інвестори масово цікавилися ОАЕ, то зараз тренд на зниження цін в країні (в середньому на 6% в рік) змушує обережно вибирати об'єкти для вкладень. Проте, обсяг угод все ще високий, а в 2020 році очікувалось поступове відновлення ринку і підвищення цін на нерухомість завдяки виставці "Експо 2020", яка відбулася в Дубаї.[2]

Але в 2020 році ринок нерухомості в більшій частині країн показав значну рецесію пов'язану з локдауном під час пандемії. Більшість показів були скасовані через державні обмеження, а люди менше купували і продавали нерухомість через велику невизначеність. Найбільш постраждали ринки таких туристичних країн як Болгарія, Іспанія, Італія, Хорватія та інші, так як через введені обмеження на переміщення туристичний потік майже повністю був відсутній. З іншого ж боку,

країни які не запроваджували обмеження і при цьому змогли адаптуватися до нових умов, показали значне зростання ринку нерухомості. Наприклад ринок нерухомості Туреччини за рахунок державної програми дешевого іпотечного кредитування, яка була запущена для підтримки економіки в пандемію, були побиті всі рекорди з продажу нерухомості, перш за все на внутрішньому ринку. У період з січня по листопад в Туреччині було продано майже 1,4 млн об'єктів нерухомості, що стало на 21,5% більше, ніж в аналогічний період минулого року, причому частка продажів в іпотеку зросла на 98%. Головним підсумком ринку турецької нерухомості стало різке зростання цін на нерухомість в турецьких лірах у всіх регіонах Туреччини і дефіцит об'єктів на ринку. [3]

Якщо ж розглядати Україну, то виявляється що ціни на нерухомість в Україні після кризи 2008 року зменшилися в половину і надалі стабільно тримаються на певному рівні, як можна побачити на рисунку 1.1.

	Q1	Q2	Q3	Q4
2020	1.25	0.93	0.51	0.91
2019	-1.38	-1.85	-1.34	-0.8
2018	-1.97	-1.94	-0.88	-1.45
2017	-2.41	-1.67	-2.51	-1.63
2016	-0.66	-1.58	-0.76	-0.39
2015	-0.45	-1.6	-0.76	0.03
2014	-1.8	-30.2	-5.96	-2.88
2013	2.3	0.28	-2.15	-0.91
2012	1.28	-0.61	0.21	1.41
2011	-2.29	-0.39	0.75	-0.56
2010	2.58	6.62	-1.48	1.22
2009	-48.34	-13.28	0.99	7.28
2008	1.55	-0.94	1.42	-5.77
2007	9.8	1.25	1.8	1.11
2006	8.9	10.08	13.65	15.49
2005	13.95	14	14.48	6.55
2004	7.76	2.98	5.24	6.06
2003		6.47	10.8	13.52

Рисунок 1.1 – Середні ціни на нерухомість в Україні починаючи з 2003 року

Безумовно, при ухваленні рішення про інвестування учасниками ринку також аналізуються і багато інших чинників, що впливають на успішність і в кінцевому підсумку прибутковість проектів. До них відносяться стан банківського сектора, оскільки основним джерелом фінансування на ринку нерухомості крім власних коштів є банківський кредит, а також динаміка макроекономічних показників.

Відсутність оціночних інструментів при прийнятті управлінських рішень має суттєвий стримуючий вплив на обсяг капіталовкладень в сферу нерухомості.

Рішення про здійснення тих чи інших операцій на ринку нерухомості тісно пов'язано з проведенням детального аналізу, метою якого є збір об'єктивної і достовірної інформації про поточну стадії і перспективи розвитку ринку.

При всій важливості даного етапу, в сучасних реаліях майже відсутні значні успіхи в розвитку аналітичних інструментів, що дозволяють побудувати прогнозну модель динаміки ринку нерухомості в короткостроковій перспективі (1-2 роки). Основними причинами цього є:

– відсутні єдині аналітичні центри, які об'єднують професіоналів у різних областях (математики-програмісти, аналітики ринку, економісти, фахівці з економіки, нерухомості і містобудуванню і т.д.);

– відсутні єдині бази даних, що містять систематизовану і, найголовніше, достовірну інформацію про стан, обсяг і характеристику ринку нерухомості.

При цьому саме прогнозна модель розвитку ринку може стати основою для прийняття управлінських та інвестиційних рішень при розвитку локальних міських територій. Створення подібної моделі є дуже трудомістким процесом, так як поряд з аналізом показників ринку необхідний також і аналіз макроекономічних показників, які свідчать про стадії розвитку економічної системи регіону.

Для всіх розвинених країн ринок нерухомості характеризується істотною макроекономічної роллю і високою значимістю. Багато інвесторів індексами ринку нерухомості приділяють таку ж увагу, як і загальновідомим світовою економічною індексам Dow Jones або NASDAQ. Подібний інтерес з боку учасників ринку пов'язаний з високим ступенем залучення різної нерухомості в єдиний ринок

капіталу. Саме тому обвал іпотечних цінних паперів фондового ринку США привів до виникнення світової фінансової кризи у 2008 році.

Аналіз ринку заснований на фундаментальному положенні відомого фахівця в області технічного аналізу А. Елдерах [3], відповідно до якого ринкова ціна відображає свідомість ринку і обумовлює споживчі переваги учасників ринку. Дотримуючись даного припущення, прогноз динаміки ринку може бути забезпечений шляхом побудови моделі, заснованої на минулому поведінці учасників ринку протягом певного періоду. При цьому підвищення тривалості ретроспективного періоду безпосередньо впливає на достовірність прогнозу. [24] Для більш глибокої оцінки зміни поведінки учасників ринку нерухомості необхідний набір певних інструментів. На класичному фондовому ринку роль такого інструментарію виконує технічний аналіз.

Оскільки локальна міська територія є частиною соціального територіально-економічного комплексу вищого порядку (міста, регіону), то і ринок нерухомості, будучи складною економічною системою, в свою чергу схильний до впливу чинників динаміки регіональної та світової економіки. Використання пропонованих інструментів технічного аналізу дозволяє врахувати специфіку локального ринку нерухомості, економіки в цілому і їх взаємний вплив.

1.2 Методи технічного аналізу змін цін на нерухомість

Технічний аналіз являє собою набір засобів і методів для вивчення динаміки ринку на основі даних про обсяги ринку і котирувальних цінах, що застосовуються з метою прогнозування зміни поведінки учасників ринку [23].

Технічний аналіз будується на наступних основоположних теоріях [4], [5]:

1. Динаміка ринку/ціни враховує все – іншими словами, всі фактори, які можуть вплинути на ціну (політичні, економічні та ін.), враховані в ціні, тому обов'язковою умовою для прогнозування є ретельне вивчення цінових графіків.

2. Рух цін підпорядкований тенденціям – періоди зростання і зниження цін на ринку змінюють один одного таким чином, що кожен з них характеризується

певною тенденцією, яка продовжує діяти, поки ринок не стане рухатися в протилежному напрямку. Поняття тренду або тенденції в технічному аналізі є основоположним. Розрізняють бичачий тренд, коли ціна зростає, і ведмежий тренд, коли ціна рухається вниз. Для прогнозування зміни ситуації на ринку необхідно точно визначити тенденцію, яка панує на ринку в даний час, і стадію, в якій вона знаходиться (початок, розвиток, уповільнення, зміна тенденції).

3. Циклічність трендів – точність прогнозування майбутньої ринкової ситуації залежить від ступеня аналізу попередніх даних. Це положення ґрунтується на твердженні про незмінність людської психології: те, що відбудеться в майбутньому, вже відбувалося в минулому. Отже якщо цінові індикатори в минулому певним чином спрацювали, вони можуть бути використані для прогнозу динаміки ринку в майбутньому.

Трендові технічні індикатори – відносно молодий напрямок технічного аналізу, однак на сьогоднішній день ці інструменти є найбільш популярними з проміж інших. Індикатори в більшості своїй відрізняються простотою і наочністю, максимально полегшуючи роботу інвестора і подаючи чіткі сигнали для входу або ж виходу з ринку. Основною мотивом використання індикаторів є пошук тренду.

Як і кожен інший інструменти, трендові індикатори мають як переваги, так і недоліки.

Переваги:

– дозволяють визначити поточний тренд. За допомогою таких алгоритмів, інвестор можете досить швидко зрозуміти, яка саме тенденція в даний момент розвивається на ринку;

– трендові індикатори можуть використовуватися поряд з осциляторами в якості фільтрів;

– гнучкі налаштування трендових індикаторів дозволяють отримувати більш точні сигнали для відкриття позицій.

Недоліки:

– незважаючи на те, що трендові індикатори показують поточну ринкову тенденцію, вони не вказують на те, коли вона буде завершена. І навіть, коли такі сигнали все-таки надходять, вони занадто спізнюються по відношенню до цінових змін;

– навіть незважаючи на гнучкі налаштування, досягти якогось золотого співвідношення в налаштуваннях поки що не вдавалося нікому. Це означає, що користувачеві доводиться шукати додаткові фільтри для відсіву хибних сигналів. У міру зменшення періодів, індикатор буде більш чутливо реагувати на ринкові зміни. Але подібні згладжування будуть негативно позначатися на якості сигналів.

1.3 Аналіз існуючих трендових технічних індикаторів

1.3.1 Числа Фібоначчі

У своїй «Книзі абака» (абака – давньоримські рахунки) Фібоначчі описав числову послідовність, що починається з чисел 1 і 1, в якій таке число є сумою двох попередніх [6], [7]. У міру просування по послідовності частка від ділення наступного числа на попереднє прагне до числа золотого перерізу, яка знайшла відображення в науці і мистецтві і є математичним виразом гармонійного стану:

$$\varphi = \frac{\sqrt{5}+1}{2} \approx 1{,}61803398874989484820458534365 6\ldots$$

Отримується число (фі) є ірраціональним, що робить його вільним від раціональної свідомості людини та, як наслідок, еталоном об'єктивності.

Також проглядається закономірність при діленні чисел з послідовності Фібоначчі один на одного через одне: приватна прагне до значень 0,382 і 2,618. З описаних особливостей послідовності випливають такі рівності:

0,618 + 1 = 1/0,618 1,618 – 0,618 = 1 0,618 x 1,618 = 1

0,618 + 2 = 1/0,382 0,618 + 0,382 = 1 0,618 x 0,618 = 0,382

Оскільки закономірність, яку Фібоначчі вивів математичним шляхом, відображає природну рівновагу, властивості даної сумаційної послідовності цілком можуть розглядатися як основа для побудови системи прогностичного характеру і правил прийнятності здійснення операцій на основі балансу інтересів учасників процесу.

На графіку він виглядає як сітка з декількох ліній, розташованих один від одного на відстані, розрахованому з допомогою коефіцієнта Фібоначчі. Як правило, ці лінії є ключовими рівнями для ціни, вона прагне до них, часто змінює свій напрямок при наближенні до такого рівня, а його пробою, навпаки, сигналізує про наявність сильного тренду [8].

Рисунок 1.2 – Сітка із ліній Фібоначчі

При побудові ліній Фібоначчі прив'язка здійснюється до останнього явного тренду. Від початку і до кінця тренду розтягується сітка від рівня 100 (кінець тренду) до рівня 0 (початок тренду). Таким чином, рівні, розташовані всередині цього діапазону (61,8, 38,3 і ін.) Стають орієнтирами для можливої корекції, а рівні, що йдуть після 100 (161,8, 261,8 і ін.) – орієнтирами для продовження тренду.

1.3.2 Хвилі Еліота

Властивості послідовності Фібоначчі знайшли практичне застосування в країнах, що розвиваються і динамічних середовищах, таких як фондовий ринок. Фондовий ринок акцій, товарів, і деривативів (похідних інструментів) найбільш повно відображає переваги соціуму.

У розвиток послідовності Фібоначчі Ральфом Нельсоном Еліотом була створена хвильова теорія, що отримала згодом його ім'я, яка розглядає тренди розвитку ринку [9], [10]. Відповідно до цієї теорії, ситуація на ринку, незалежно від тенденції, розвивається циклами з 8 хвиль: 5 в напрямку переважаючого тренда і 3 в протилежному напрямку.

Підрахунки Теорії Хвиль Еліота припускають якусь дорожню карту. Кожна хвиля має набір характеристик. Ці характеристики засновані на масивах ринкової поведінки.

В теорії Хвиль Еліота особлива увага приділяється індивідуальним прикметам кожної з хвиль. Крім того, існують певні правила пропорцій побудови хвиль Еліота наведені у таблиці 1.1. Ці правила допомагають правильно визначити моменти початку побудови хвиль і їх тривалість. Довжини хвиль вимірюються від high до low відповідної хвилі.

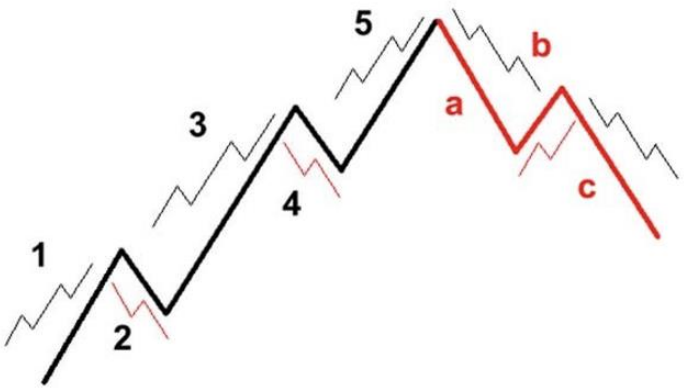

Рисунок 1.3 – Схематичне зображення хвиль Еліота

Таблиця 1.1 – Класичне співвідношення хвиль

Хвиля	Класичне співвідношення хвиль
1	–
2	0.382, 0.5 або 0.618 довжини Хвилі 1
3	1.618 або 2.618 довжини Хвилі 1
4	0.382 або 0.5 довжини Хвилі 1
5	0.382, 0.5 або 0,618 довжини Хвилі 1
A	0.382, 0.5 або 0,618 довжини Хвилі 1
B	0.382 або 0.5 довжини Хвилі A
C	1.618, 0.618 або 0.5 довжини Хвилі A

Похибка типових співвідношень хвиль за оцінками фахівців фондового ринку становить не більше 10%, що часто пов'язано з впливом окремих фундаментальних факторів [11]. При цьому важливо відзначити, що і відношення тривалості хвиль, і ставлення висот хвиль збігаються зі значеннями, представленими вище в ході опису послідовності Фібоначчі. Іншим цікавим спостереженням є те, що піки кожної хвилі впираються в точку підтримки або опору на рівнях в 38% або 62% від амплітуди попередньої хвилі.

Хвилі Еліота нагадують етапи життєвого циклу практично будь-якого проекту, тому цілком обґрунтованим є припущення, що зміна споживчих переваг на ринку девелоперських проектів також підпорядковується описаного вище закону.

Принципи, що відображають зміну поведінки учасників ринку по Еліоту, знайшли відображення в багатьох індикаторах технічного аналізу, що застосовуються трейдерами на фондовому ринку.

Рисунок 1.4 – Графік цін на житлову нерухомість в м Києві ($/кв.м.) І відмічені на ньому хвилі Елліотта.

1.3.3 Індикатор Alligator

На основі закономірностей, виявлених Фібоначчі і Еліотом, Біллом Вільямсом була розроблена «теорія хаосу» [12], яка досить успішно використовується в сучасних торгових системах. Зокрема, широкого поширення набув індикатор під назвою Alligator, який являє собою взаємно розташовані певним чином 3 згладжені ковзні середні, розраховані на основі медіанної ціни:

– «Щелепа» – згладжена змінна середня, побудована на 13 періодах і зрушена по часовій шкалі вправо на 8 періодів;

– «Зуби» – згладжена змінна середня, побудована на 8 періодах і зрушена по часовій шкалі вправо на 5 періодів;

– «Губи» – згладжена змінна середня, побудована на 5 періодах і зрушена по часовій шкалі вправо на 5 періодів.

Коли Alligator «ситий», а його пащу закрита (лінії змінних середніх переплетені), то цінові рухи незначні. Але коли він «голодний», він розкриває пащу (лінії змінних середніх розходяться), і цінові рухи утворюють значний тренд.

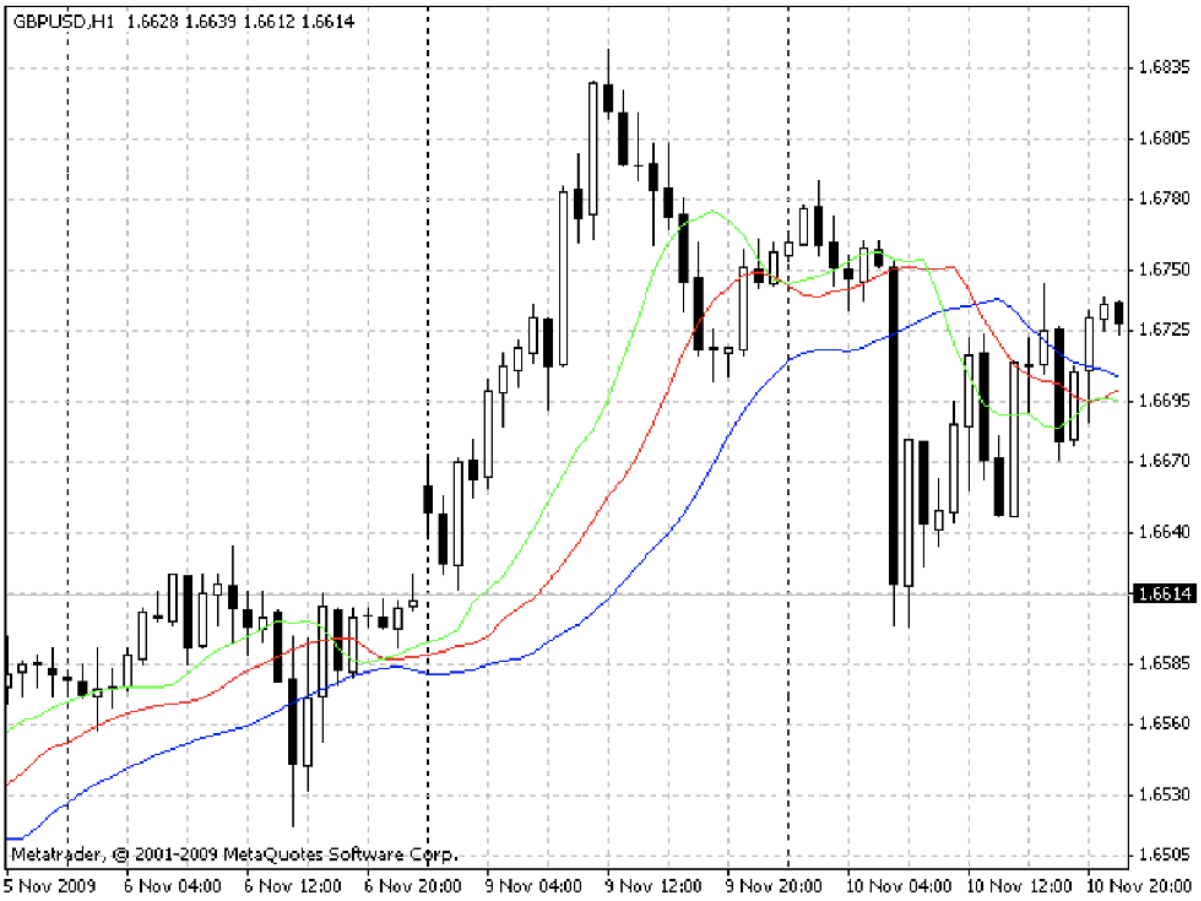

Рисунок 1.5 – Індикатор Alligator

Чим довше Alligator знаходиться в стані «сну» і не проявляє активності, то більша очікується тренд.

Alligator досить точно прогнозує стан ринку на стадії тривалого тренду. При цьому сигнали про зміну тренду на коротких періодах можуть надходити із запізненням до 4 тимчасових інтервалів, що є істотним недоліком даного індикатора. Крім того, Alligator для розрахунку вимагає досить велика кількість тимчасових інтервалів (близько 130). Це не є значним для термінових ринків, що характеризуються великою кількістю угод, але є чинником, що обмежує його використання, для ринку нерухомості.

1.3.4 Індекс відносної сили (RSI)

Індикатор RSI, описаний в 1978 р Дж. Уеллесом Уайлдером (мл.), Являє собою відношення верхніх і нижніх значень ціни закриття в рамках заданого проміжку часу і розраховується за формулою:

$$100 - \frac{100}{(1 + RS)}$$

де RS – середнє значення відповідно позитивних і негативних змін цінових значень.

Автором запропоновано використовувати для побудови індикатора 14 тимчасових інтервалів, проте в даний час трейдери самостійно приймають зручну для себе тривалість для розрахунку RSI. Зменшення кількості періодів підвищує чутливість індикатора і збільшує амплітуду його руху. Коливання індикатора відбуваються в інтервалі 0-100. Межі сигнальних зон, як правило складають рівні 30 та 70 або 20 та 80.

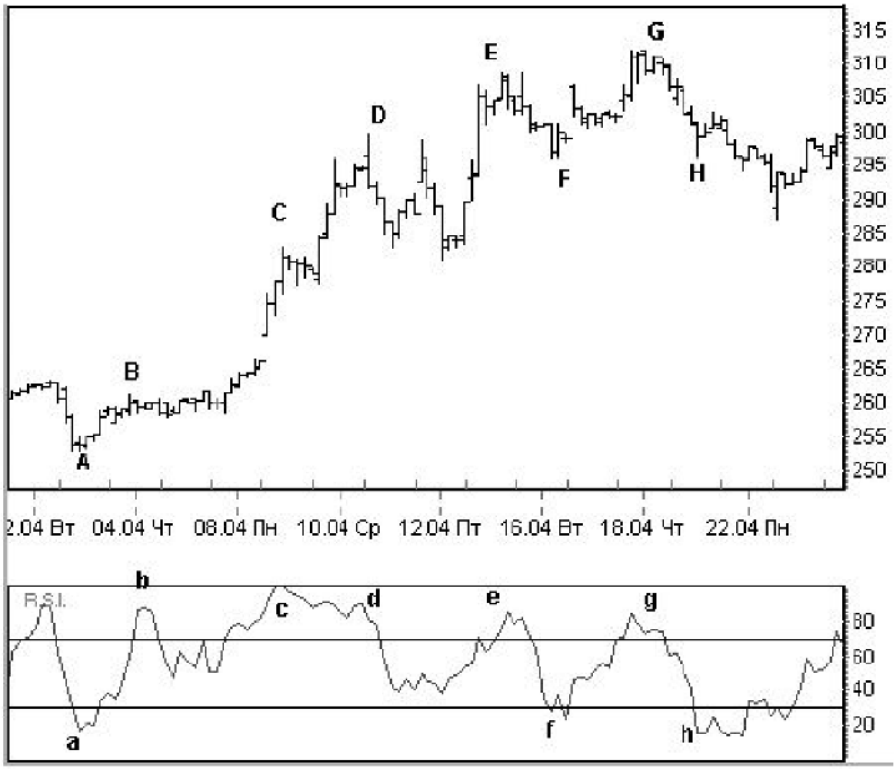

Рисунок 1.6 – Індикатор RSI

Недоліком даного індексу є відсутність фундаментального обґрунтування меж опору (кордонів сигнальних зон). У практиці фондового ринку досить часто зустрічаються випадки, коли досягнення однієї з меж сигнальної зони не супроводжується зміною тренду, що робить в даній ситуації застосування індикатора непоказовим.

1.3.5 Лінії Болліндже ра

Лінії Болліндже ра зазвичай наносяться на ціновий графік, але можуть наноситися і на графік індикатора. Інтерпретація Ліній Болліндже ра заснована на тому, що цінам властиво залишатися в межах верхньої і нижньої меж смуги. Відмінною особливістю Ліній Болліндже ра є їх змінна ширина, обумовлена волатильністю цін. У періоди значних цінових змін (тобто, високої волатильності) лінії розширюються, даючи простір цінами. У періоди застою (тобто, низької волатильності) лінії звужуються, утримуючи ціни в межах своїх кордонів. Торговим сигналом вважається, коли ціна виходить з торговельного коридору – або піднімаючись вище верхньої лінії, або пробиваючи нижню лінію. Якщо графік ціни коливається між лініями – індикатор не дає торгових сигналів.

До особливостей цього індикатора можна віднести:

– різкі зміни цін, зазвичай відбуваються після звуження ліній, відповідного зниження волатильності;

– якщо ціни виходять за межі ліній, слід очікувати продовження поточної тенденції;

– якщо за піками і западинами за межами ліній йдуть піки та западини всередині смуги, можливий розворот тенденції;

– рух цін, що почалося від однієї з меж ліній, зазвичай досягає протилежного кордону.

Останнє спостереження корисно при прогнозуванні цінових орієнтирів.

Рисунок 1.7 – Лінії Болліджера

Індикатор розраховується на основі стандартного відхилення від простої ковзної середньої. Зазвичай відображається поверх графіка ціни. Параметрами для розрахунку є тип стандартного відхилення (зазвичай подвійне) і період ковзної середньої (залежить від переваг інвестора).

Лінії Болліджера формуються з трьох ліній. Середня лінія (MIDDLE LINE, ML) – це звичайне ковзне середнє.

$$ML = \frac{SUM(CLOSE, N)}{N} = SMA(CLOSE, N)$$

Верхня лінія (TOP LINE, TL) – це та ж середня лінія, зміщена вгору на певну кількість стандартних відхилень (D).

$$TL = ML + (D * StdDev)$$

Нижня лінія (BOTTOM LINE, BL) – це середня лінія, зміщена вниз на те саме число стандартних відхилень.

$$BL = ML - (D * StdDev)$$

$$StdDev = \sqrt{\frac{SUM\ ((CLOSE - SMA\ (CLOSE,\ N)^2,\ N)}{N}}$$

де $SUM\ (\ldots, N)$ – сума за N періодів;

$CLOSE$ – ціна закриття;

N – кількість періодів, використовуваних для розрахунку;

SMA – проста ковзна середня;

$StdDev$ – стандартне відхилення.

Рекомендується використовувати 20-періодне просте ковзне середнє в якості середньої лінії і 2 стандартних відхилення – для розрахунку меж ліній. Крім того, ковзні середні довжиною менше 10 періодів малоефективні. [13]

1.3.6 Індикатор ковзної середньої

Ковзне середнє – один з найстаріших і найбільш поширених індикаторів технічного аналізу, що відноситься до трендових індикаторів.

Ковзні середні забезпечують об'єктивну оцінку напрямку тренду за рахунок згладжування цінових даних. Зазвичай розраховується з використанням цін закриття, змінна середня також може використовуватися з медіа, типовими, зваженими цінами закриття і максимальними, мінімальними цінами або цінами відкриття, а також з іншими індикаторами.

Ковзні середні меншої довжини більш чутливі і раніше виявляють нові тенденції, але також дають більше хибних сигналів. Довші ковзні середні більш надійні, але менш чуйні, оскільки вловлюють тільки великі тренди.

Для використання індикатора одночасно поєднуються графіки ціни і його ковзної середньої.

Вид ковзної середньої і період побудови (кількість часових періодів, за яким здійснюється усереднення; іноді називається порядком або тимчасовим вікном або довжиною) вибирається інвестором на свій розсуд і залежить від горизонту торгівлі, волатильності ринку і інструменту. Причому, в різні проміжки часу можуть використовуватися різні види ковзних середніх і різні періоди побудови. Вибір даних параметрів вважається настільки складним, що став окремою гілкою технічного аналізу. Однак в загальному випадку визнається, що чим більше час прогнозу, тим більший порядок необхідно вибрати для ковзної середньої, і навпаки.

Найбільш простий є стратегія, при якій інструмент купується за умови, що графік ціни перетинає свою ковзну середню від низу до верху, і продається, коли графік ціни перетинає графік ковзної середньої зверху вниз. І те й інше явище називають пробоєм.

Крім того, вважають, що якщо лінія графіка ціни знаходиться вище ковзної середньої, то ринок вважається «бичачим», на якому можна купувати, а якщо навпаки – «ведмежим», кращим для продажу. Але зазвичай індикатор дає багато хибних сигналів до покупки або продажу.

Для мінімізації цього явища застосовується кілька методів:

– рішення про купівлю або продаж приймається, якщо між графіками ціни і ковзної середньої після її пробою встановилося відстань рівне певної кількості мінімальних змін ціни для інструменту;

– рішення про купівлю або продаж приймається, якщо після пробою ковзної середньої пройшов якийсь визначений час, але тенденція не змінилася;

– за методом процентного конверта. Замість однієї ковзної середньої будується дві лінії: одна вище, а інша нижче, віддалені від розрахованого змінного середнього на певний відсоток. Рішення про купівлю приймається після перетину графіком ціни верхньої лінії від низу до верху і навпаки, рішення про продаж приймається після перетину графіком ціни нижньої лінії зверху вниз;

– за методом смуги. Замість ковзної середньої, побудованої за ціною закриття, будуються дві ковзні середні по максимальною і мінімальною ціною. Рішення

приймаються при перетині цих ліній графіком ціни аналогічним методом процентного конверта способом [14].

Переваги:

– будь-якої зміни тренда передує прорив кривої ковзної середньої певного виду, розрахованого за певний період;

– повна автоматизація прийняття рішення;

– найбільш ефективний інструмент при яскраво виражених тренди;

– простота використання і доступність розуміння;

– багатофункціональність.

Недоліки:

– запізнення сигналу;

– значне число помилкових сигналів, особливо при бічному тренді.

Також можна комбінувати ковзні середні на різних часових проміжках. Наприклад, додати три ковзні, одну на 5 днів, другу на місяць і третю на два місяці. Середнє значення буде давати більш правильні сигнали.

1.3.7 Експоненціальна ковзна середня

Експоненціальна ковзна середня (EMA), яку також називають експоненціально зваженою ковзною середньою (EWMA), є однією з найстаріших інструментів технічного аналізу. Це такий тип ковзної середньої (MA), яка надає більшої ваги і значимість найбільш свіжими даними. EMA використовується для визначення головного тренду на ринку, додатково інформуючи про рівні підтримки і опору для можливості здійснення угоди.

Фактично, якщо подивитися на графік з простої ковзної середньої і експоненціальної ковзної середньої, то можна і не побачити відмінностей. Однак «під капотом» є кілька ключових відмінностей.

Експоненціальна ковзна середня – це лінія на ціновому графіку, заснована на математичній формулі для згладжування цінового руху. Надаючи більшу вагу недавньої ціною і меншу вагу старими цінами, EMA швидше адаптується до останніх змін на ринку ніж SMA, для якої всі ціни мають однакову вагу.

Експоненціальна ковзна середня – це універсальний торговий інструмент, який працює на всіх ринках, включаючи акції, індекси, валюти, товари та криптовалюти [15].

Рисунок 1.8 – Експоненціальна ковзна середня

Індикатор експоненціальної ковзної середньої зменшує плутанину щоденних цінових дій і допомагає зменшити шум, знижуючи затримку за часом і усуваючи спотворення інформації, яка більше не релевантна. Крім того, він згладжує ціну і виявляє тренд, показуючи патерни, на підставі яких можна приймати рішення. EMA також досить надійна і точна в прогнозуванні майбутніх змін ринкової ціни.

Підвищена чутливість EMA іноді робить її вразливою для хибних сигналів. Але це скоріше добре, ніж погано. Для інвесторів, які вважають за краще торгувати на швидко мінливих ринках або на внутрішньо денних трендах, EMA підходить ідеально. Іноді вона навіть використовується для визначення спотворень в торгівлі: якщо EMA на денному графіку показує сильний висхідний тренд, стратегія денного

трейдера може полягати в тому, щоб торгувати тільки в лонг на внутрішньо денного графіку. Але слід зазначити, що для ринку нерухомості подібна чутливість малоефективна.

1.3.8 Зважена ковзна середня

Основною відмінністю зваженої ковзної середньої є метод розрахунку. Індикатор WMA розраховує показник середньозваженого за вказаний в налаштуваннях період. При цьому, на відміну від простої ковзної середньої в WMA найбільший пріоритет віддається останнім значенням ціни, що ближче до поточної, а найменшу вагу віддається першим значенням.

Рисунок 1.9 – Зважена ковзна середня

Образно формула зваженої ковзної середньої виглядає наступним чином:

$$WMA = \frac{(5C1 + 4C2 + 3C3 + 2C4 + 1C5)}{(1 + 2 + 3 + 4 + 5)}$$

В даному випадку C – це ціна закриття періоду. Період встановлюється в настройках індикатора, і він позначає, скільки барів (свічок) від поточної ціни братиме участь в розрахунку.

Такий метод розрахунку і відображення даних значно ефективніше, ніж стандартний тип ковзної середньої, оскільки останнім значенням ціни надається більшої ваги. Звідси змінна середня лінія більш детально слідкує за графіком ціни і краще відображає поточний стан справ. Індикатор WMA хоч і є запізнілим, як і всі типи індикаторів технічного аналізу, але в порівнянні з іншими типами СС є найшвидшим.

1.3.9 TRIX (Triple Exponential Moving Average)

TRIX – індикатор, який будується на основі потрійний експоненціально згладженої ковзної середньої, як правило, від ціни закриття ринкового інструменту. Індикатор відображає відносну швидкість зміни потрійний експоненціально згладженої середньої (EMA) цін закриття за певний період. Головна особливість TRIX полягає в тому, що він, використовуючи потрійне згладжування, досить добре фільтрує шуми - випадкові ринкові коливання.

Рисунок 1.10 – TRIX (Triple Exponential Moving Average)

Логіка індикатора

Для того щоб розрахувати даний індикатор спочатку потрібно обчислити експонентну ковзну середню від ціни:

$$EMA1(i) = EMA(Price, N, i)$$

де $Price(i)$ – поточна ціна;

N – період EMA;

$EMA1(i)$ – поточне значення експоненціальної ковзної середньої.

Потім необхідно провести повторне згладжування отриманої середньої – подвійне експоненціальне згладжування:

$$EMA2(i) = EMA(EMA1, N, i)$$

Подвійну експонентну ковзну середню слід згладити ще раз:

$$EMA3(i) = EMA(EMA2, N, i)$$

А потім обчислити сам індикатор:

$$TRIX(i) = \frac{\big(EMA3(i) — EMA3(i — 1)\big)}{EMA3(i-1)}$$

Основне завдання індикатора TRIX – коливаючись навколо нульової лінії, фільтрувати руху ринкового інструменту, які по відношенню до більшого тренду ринкового інструменту є незначними. [7]

Торгові сигнали

Перший тип сигналу виникає при перетині лінією індикатора нульового рівня. В цьому випадку приходить сигнал про зміну тенденції. Якщо лінія індикатора виявляється вище нульової лінії, приходить сигнал про виникнення зростаючого тренду. Отже, треба відкривати довгу позицію. Якщо лінія індикатора виявляється нижче нульового рівня, приходить сигнал на відкриття короткої позиції. При цьому

рекомендується реагувати на подібні сигнали, тільки якщо вони підтверджуються іншими інструментами технічного аналізу.

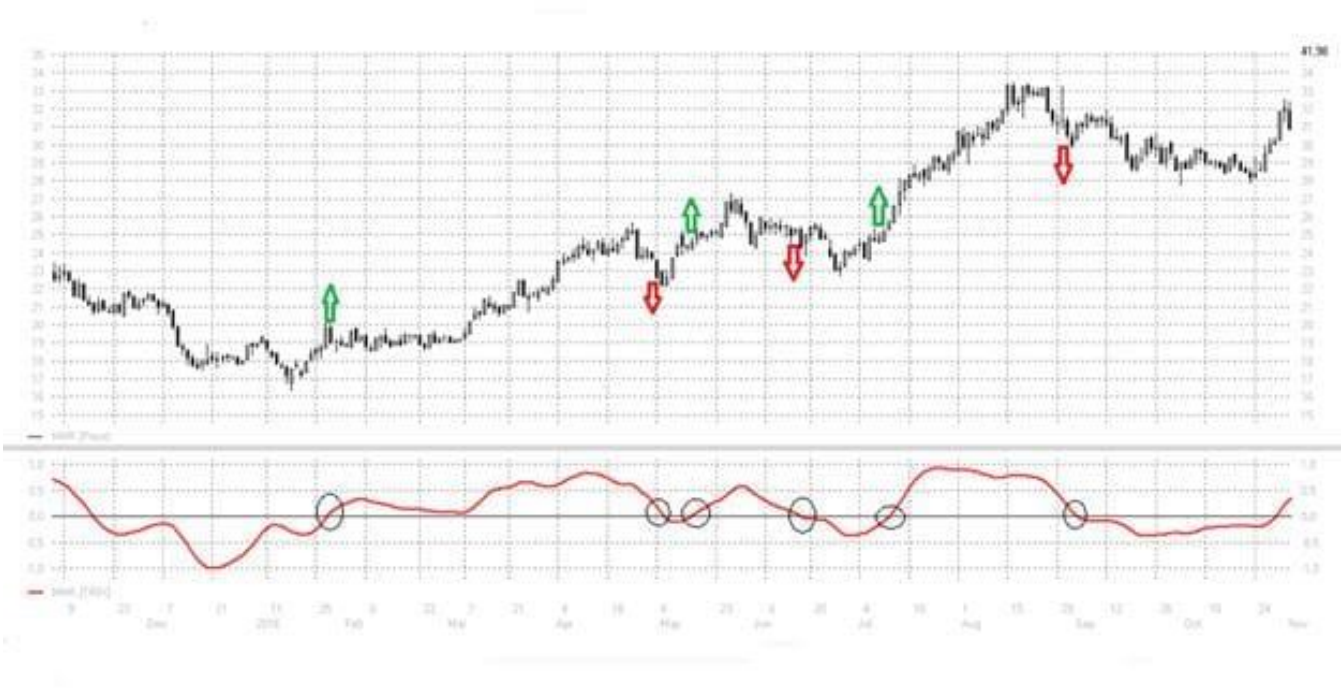

Рисунок 1.11 – Визначення сигналів на відкриття і закриття позиції (лонг і шорт) на підставі перетинів нульової лінії

Другий тип сигналу виникає в момент формування дивергенції. При «ведмежою» дивергенції оновлюються цінові максимуми, а лінія індикатора знижується. Це сигналізує про те, що висхідна тенденція скоро закінчиться, а значить, потрібно продавати. При «бичачої» дивергенції оновлюються цінові мінімуми, а лінія індикатора підвищується. Це дає сигнал про швидке завершення східного тренду. Отже, можна починати закривати короткі позиції і відкривати довгі.

При цьому важливо знати, що освіта дивергенції не є дуже надійним сигналом. Якщо тенденція досить сильна, то дивергенції можуть не чинити серйозного впливу на розвиток тренду.

Рисунок 1.12 – Визначення сигналів на відкриття і закриття позиції (лонг і шорт) на підставі дивергенції

1.3.10 Parabolic SAR (Параболічна Система SAR)

Індикатор наноситься на ціновий графік і за своєю суттю він схожий на ковзну середню, але відміну Parabolic SAR полягає в тому, що він рухається з великим прискоренням і може змінювати своє положення щодо ціни.

Коли тренд висхідний, то Parabolic SAR знаходиться нижче цін.

На рисунку 1.13 ми бачимо висхідний тренд євро долара. У момент, коли ціна перетинає лінії Parabolic SAR зверху вниз, відбувається розворот індикатора і наступні його значення розташовуються вище цін. Це можливий сигнал про те, що тренд сповільнився, і прийшов час фіксувати прибуток за раніше відкритим ордерів на покупку.

Коли тренд спадаючий, то Parabolic SAR знаходиться вище цін.

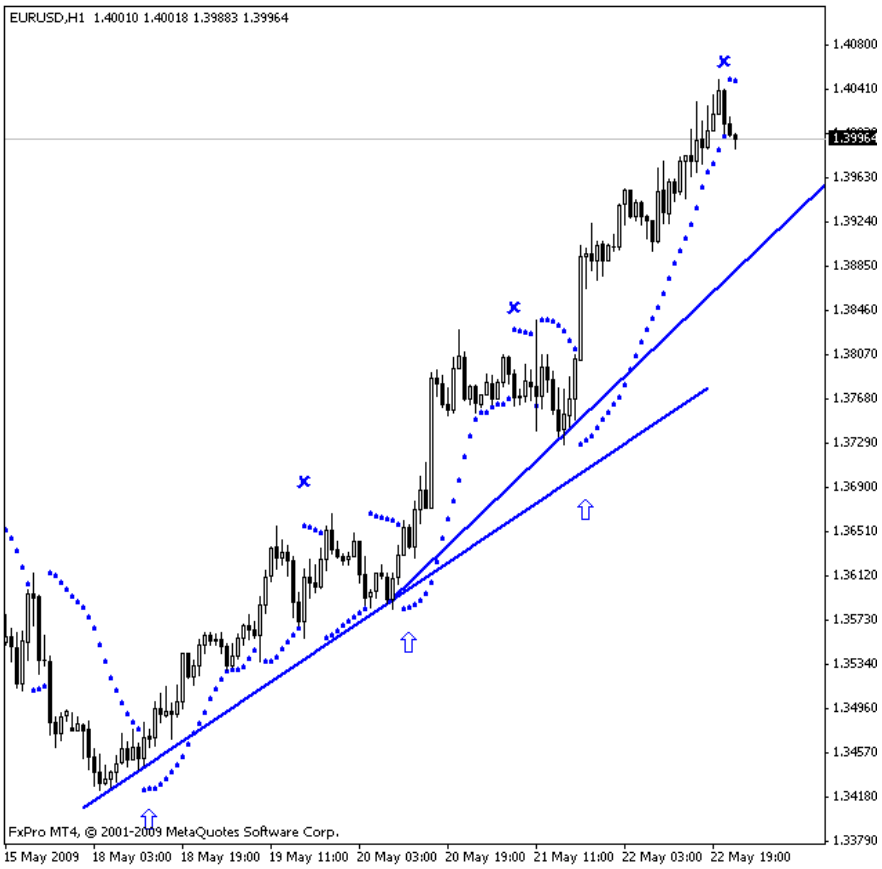

Рисунок 1.13 – Parabolic SAR (Параболічна Система SAR). Висхідний тренд

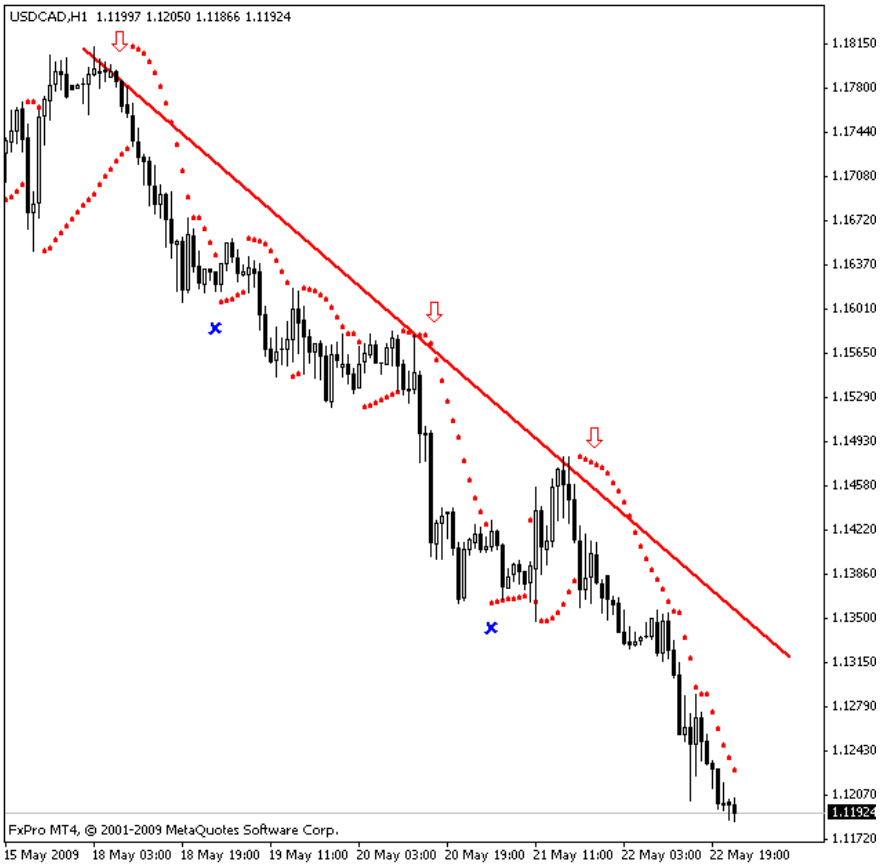

Рисунок 1.14 – Parabolic SAR (Параболічна Система SAR). Східний тренд

На рисунку 1.14 ми бачимо східний тренд канадського долара. У момент, коли ціна перетинає лінії Parabolic SAR знизу вгору, відбувається розворот індикатора і наступні його значення розташовуються нижче цін. Це можливий сигнал про те, що тренд сповільнився, і прийшов час фіксувати прибуток за раніше відкритим ордером на продаж.

Саме тому багато інвесторів включають індикатор Parabolic SAR в свій арсенал, оскільки він чудово допомагає визначити моменти для виходу з ринку і фіксації прибутку.

Ще одне застосування даного індикатора – це використання його в якості трейлинг стопа (тобто ковзаючого стопа).

Наприклад, у інвестора відкритий ордер на покупку, ціни продовжують рости і у нього збільшується плаваючий прибуток. Разом зі зростанням цін підвищується і Parabolic SAR підказуючи, на який рівень потрібно перенести свій стоп лосс (аналогічно для ордерів на продаж).

Розрахунок Parabolic SAR.

Для довгих позицій:

$$SAR(i) = ACCELERATION * (HIGH\ (i-1) - SAR(i-1)) + SAR(i-1)$$

Для коротких позицій:

$$SAR(i) = ACCELERATION * (LOW(i-1) - SAR(i-1)) - SAR(i-1)$$

де $SAR\ (i\ -\ 1)$ – значення індикатора Parabolic SAR на попередньому барі;

$ACCELERATION$ – фактор прискорення;

$HIGH\ (i\ -\ 1)$ – максимальна ціна за попередній період;

$LOW\ (i\ -\ 1)$ – мінімальна ціна за попередній період.

Значення індикатора Parabolic SAR збільшується, якщо ціна поточного бару більше попередньої на бичачому ринку і навпаки. При цьому буде подвоюватися фактор прискорення (ACCELERATION), що викличе зближення Parabolic SAR і ціни.

Простіше кажучи Parabolic SAR наближається до ціни тим швидше, чим швидше зростає або падає ціна.[16]

1.4 Розробка пропозицій по створенню трендового технічного індикатору для прогнозування поведінки ринку нерухомості

Проаналізувавши більшість популярних індикаторів, можна помітити що більшість з них передбачають використання виключно на коротких часових проміжках, або передбачити тренд виходить занадто пізно. Однак ковзна середня дозволяє охоплювати періоди будь-якого розміру, будь то 1 день або 1 рік. Також, з огляду на те, що ринок нерухомості не може похвалитися великою волатильністю, можна сміливо використовувати ковзну середню з великим періодом. Застосування великого тимчасового періоду дозволить визначити найбільш вагомі хвилі в трендах зміни ціни, без зайвих сигналів, що має бути дуже корисним для інвесторів в ринок нерухомості, з огляду на те, що середня довжина угоди на даному ринку зазвичай займає від трьох до шести місяців, якщо брати до уваги саме інвестування у нерухомість на інтернет платформах [17].

З урахуванням вищенаведеного загальною науково-технічною задачею поточного дослідження є подальший розвиток методів технічного аналізу ринку нерухомості при використанні трендових індикаторів, визначення їх основних характеристик і можливостей застосування як інвестиційного інструменту на інтернет-платформах.

Для досягнення вирішення цієї загальної науково-технічної задачі необхідно також вирішити взаємно обумовлені і доповнюючи один одного такі приватні науково-технічні задачі.

1. Дослідження наборів даних і вибір методу прогнозування поведінки цін на нерухомість.

2. Розробка методики ковзної середньої і проведення оцінки вимог до її основних параметрів, що істотно впливає на прогнозування напрямку і сили руху цін на трендовому ринку.

3. Розробка рекомендацій з проектування та технічної реалізації трендового індикатора на інтернет-платформі інвестування та продажу нерухомості.

Отримані рішення цих приватних науково-технічних завдань складають основу наданих нижче результатів виконаного кваліфікаційного дослідження.

2 ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОВЗНИХ СЕРЕДНІХ В ТРЕНДОВИХ ІНДИКАТОРАХ

Для розробки трендового індикатору ковзної середньої для інтернет платформи в першу чергу потрібно розглянути усі наявні методи та реалізації даного індикатору. Оскільки варіацій реалізацій та комбінацій використання може бути безліч, потрібно виокремити найбільш розповсюджені типи. Також, потрібно проаналізувати можливі вагові коефіцієнти, періоди накладання на вихідні дані та самі масиви вихідних даних. Основною задачею також є оптимізація розробленого методу ковзної середньої безпосередньо для ринку нерухомості.

2.1 Аналіз методів ковзних середніх та розгляд їх реалізацій

Як було описану о підрозділі 1.3.6, ковзні середні забезпечуюсь об’єктивну оцінку напрямку тренду за рахунок згладжування динамічного ряду. Метою згладжування динамічного ряду є фільтрація випадкових коливань рівнів цього ряду і виявлення найбільш стійких тенденцій руху. Будь-яке ковзне середнє – це метод визначення середнього рівня динамічного ряду за певний період часу. Термін "ковзне" має на увазі, що середнє значення кожен раз заново обчислюється в послідовні моменти часу. У ринку нерухомості під динамічним рядом розуміється ряд, що складається з цін активів. Ціна активу у свій час може обраховуватися на закритті або відкритті торгового дня, або ж просто середня ціна за день. Також, можуть використовуватися такі поняття як hight та low, тобто найвища та найнижча ціна за день.

В загальному вигляді формула обчислення будь-якої ковзної середньої має такий вигляд:

$$MA = \sum_{k} w_k y_k$$

де y_k – множина цін активу,

w_k – множина ваг, з якими ціни входять у формулу.

При цьому для набору ваг повинно дотримуватися правило нормування:

$$\sum_k w_k = 1$$

Ковзна середня характеризується:

– об'єктом обчислення, тобто тим динамічним рядом, який необхідно згладити,

– періодом ковзної середньої,

– типом ковзної середньої, який визначає алгоритм обчислення набору вагових коефіцієнтів w_k.

Розрізняють три основних типи ковзних середніх:

– проста ковзна середня (SMA – simple moving average);

– зважена ковзна середня (WMA – weighted moving average);

– експоненціальна ковзна середня (EMA – exponential moving average).

2.1.1 Проста ковзна середня

Проста ковзна середня це найпростіша форма реалізації ковзної середньої. Вона представляє собою середнє значення, яке розраховується за множиною останніх точок даних (ваг) за певний період. Це значення перераховується з певною періодичністю задля вибору старого значення на користь найостаннішого періоду. Чим меншим є обраний період, тим швидше ковзна середня визначає зміни у тренді, але в той же час робить більше хибних коливань. І навпаки, чим довший обраний період, тим повільніше визначається новий тренд, але кількість хибних коливань зменшується.

Проста ковзна середня порядку T – це середнє арифметичне цін за період часу $[t - T + 1,\ t]$, тобто:

$$SMA = \frac{1}{T} \sum_{k=t-T+1}^{t} y_k$$

Усі ваги всередині інтервалу $t - T + 1 \leq k \leq t$, з якими входять ціни при розрахунку ковзної середньої, однакові та дорівнюють $w_k = 1 / T$. За межами цього інтервалу, тобто при $k < t - T + 1$ ваги дорівнюють нулю.

Також, SMA можна описати більш простою й зрозумілою формулою:

$$SMA = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n}$$

де P_i – обрана ціна ваги за певним критерієм (наприклад закриття, відкриття, найвища або найнижча ціна),

n – довжина згладжування або період ковзної середньої. Іноді цей параметр також називають порядком ковзної середньої.

Наприклад, якщо ковзна середня має порядок 5, то формула матиме вигляд:

$$SMA_5 = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5}$$

Але слід виокремити що даний метод має декілька суттєвих недоліків.

Першим недоліком SMA є рівність вагових коефіцієнтів в межах інтервалу розрахунку. Так як на актуальність тренду найбільше впливають саме найновіші дані, тому саме вони повинні мати більшу цінність, тобто входити в формулу для розрахунку з великою вагою.

Другий недолік SMA стає зрозумілим при розгляді рекурентної формули для її обчислення:

$$SMA_t = SMA_{t-1} + \frac{1}{T} y_t - \frac{1}{T} y_{t-T}$$

Можна побачити, що SMA реагує двічі на кожну ціну: перший раз, коли ціна входить в інтервал розрахунку, то другий раз, коли ціна виходить з інтервалу розрахунку. Другий розрахунок ніяк не пов'язаний з обчислюваною динамікою, тому є небажаним.

Зазвичай ковзну середню співвідносять з останнім моментом інтервалу розрахунку, тобто з моментом часу t, хоча, строго кажучи, це є некоректно. Обчислення значення SMA потрібно ставити у відповідність з точкою на осі часу, що має координату

$$\bar{t} = \frac{1}{T} \sum_{k=t-T+1}^{t} k = t - \frac{(T-1)}{2}$$

тобто з точкою, яка зсунута вліво по осі часу від моменту t на величину $\Delta t = (T-1)/2$.

Можна зробити висновок, що метод простої ковзної в основному прийнятний в тих випадках, коли процеси, що генерують тимчасові ряди, стабілізувалися, а оточення, в якому існують ці ряди, в основному, незмінне [18].

2.1.2 Зважена ковзна середня

Як було сказано у підрозділі 2.1.1, одним з недоліків простої ковзної середньої є привласнення при її розрахунку всім цінами однакових вагових коефіцієнтів при усередненні, незалежно від того, ближче або далі вони від поточного моменту у часі. Цей недолік усунуто у зваженій ковзній середній (Weighted Moving Average). Зважена ковзна середня, таким чином, є звичайною модифікацією простої ковзної середньої з підібраними ваговими коефіцієнтами так, що більш нові ціни мають більшу вагу порівняно з більш старими. Вона розраховується шляхом множення кожної ціни в межах періоду часу $[t - T + 1, t]$ на відповідну вагу. У

найпростішому випадку у вагових коефіцієнтах що лінійно зменшуються від моменту t до моменту $t - T + 1$ формула має вигляд:

$$WMA_t = \frac{2}{T(T+1)} \sum_{k=t-T+1}^{t} [k - (t - T)] * y_k$$

Ціна у момент часу $k = t$ входить у формулу для розрахування з максимальною вагою $w = 2/(T + 1)$, а ціна в момент часу $k = t - T + 1$ входить у формулу для розрахунку з мінімальною вагою $w = 2/(T * (T + 1))$.

При відсутності спеціалізованих програм технічного аналізу, для розрахунку лінійно зваженої ковзної середньої може бути корисна більш проста рекурентна формула:

$$WMA_t = WMA_{t-1} + \frac{2}{T} y_t - \frac{2}{T(T+1)} y_{t-T} - \frac{2}{(T+1)} SMA_t$$

З цієї формули виходить, що реакція WMA на ціни, що були вибиті із інтервалу розрахунку, є менш виражені, ніж у SMA, і ця реакція тим менше, чим більше період ковзної середньої. [18][19]

2.1.3 Експоненціальна ковзна середня

Як і зважена ковзна середня, експоненціальна ковзна середня надає більшої ваги останніми даними, однак при розрахунку використовується вся історія цін. Рекурентна формула для її обчислення має вигляд:

$$EMA_t = \alpha * y_t + (1 - \alpha) * EMA_{t-1}$$

при цьому $0 < \alpha \leq 1$.

Показовий відсоток α визначає ступінь згладжування. Чим більше α, тим менше ступінь згладжування. При $\alpha = 1$ експоненціальна ковзна середня дорівнює ціні.

EMA позбавлена недоліку, який властивий для SMA і WMA, пов'язаного з фіксованим інтервалом розрахунку ковзної середньої.

Формулу для обчислення EMA можна записати у явному вигляді, якщо припустити, що в нульовий момент часу ковзна середня збігається з ціною ($EMA_0 = y_0$):

$$EMA_t = \alpha * y_t + (1-\alpha) * EMA_{t-1}$$
$$= \alpha * y_t + \alpha(1-\alpha) * y_{t-1} + (1-\alpha)^2 * EMA_{t-2}$$
$$= \alpha * y_t + \alpha(1-\alpha) * y_{t-1} + \alpha * (1-\alpha)^2 * y_{t-2} + (1-\alpha)^3 * EMA_{t-3}$$
$$= \alpha * y_t + \alpha(1-\alpha) * y_{t-1} + \alpha * (1-\alpha)^2 * y_{t-2} + \ \dots \ + (1-\alpha)^t * y_0$$

Виходячи з формули вище, можна отримати наступну формулу:

$$EMA_t = \alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i * y_{t-i} + (1-\alpha)^t * y_0$$

Обчислення значення EMA потрібно ставити у відповідність з точкою на осі часу, що має координату:

$$\bar{t} = \alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i (t-i) = t\,\alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i - \alpha \sum_{i=0}^{t-1} (1-\alpha)^i i$$

Суми в останній формулі обраховуються як:

$$\sum_{i=0}^{t-1} (1-a)^i = \frac{1-(1-a)^t}{a}$$

$$\sum_{i=0}^{t-1}(1-a)^i * i = \frac{(1-a)-(1+at-a)(1-a)^t}{a^2}$$

Виходячи з цих формул, можемо отримати:

$$\bar{t} = t - \frac{(1-a)}{a} + \frac{(1-a)^{t+1}}{a}$$

При достатньо великому t, так як $(1-a) < 1$, то $(1-a)^{t+1} \approx 0$, отже можна знехтувати останнім доданком і написати наближене вираження $\bar{t} \approx \frac{t-(1-a)}{a}$. [18]

2.1.4 Подвійна експоненціальна ковзна середня

Подвійна експоненціальна ковзна середня ($DEMA$) використовує дві експоненціальні ковзні середні (EMA) для усунення запізнювання. $DEMA$ використовується аналогічно традиційним ковзним середнім (MA). $DEMA$ швидше реагує на короткострокові зміни у ціні, тому використовуючи усі переваги EMA показую кращі результати.

Формула подвійної експоненціальної ковзної середньої:

$$DEMA = (2 * EMA_n) - EMA_{EMA_n}$$

де, n – період.

Першим кроком розраховується EMA. Потім EMA розраховується знову, використовуючи результат першого обчислення EMA (EMA_n як результат рівняння функції EMA_x). Після цього, необхідно відняти отриманий результат від добутку $2 * EMA_n$. [18]

Створення ковзної середньої поверх іншої ковзної середньої більш ефективно нейтралізує шум або коливання. Потім подвоєння EMA збільшує величину лінії,

що означає, що піки стають більш різкими, а западини більш глибокими. Таким чином, $DEMA$ відображає ковзну середню, при цьому не відстаючи від поточних денних змін. [20]

Розглянувши як будуються найрозповсюдженіші типи ковзних середніх, необхідно також провести комплексний аналіз їх використання.

2.2 Аналіз результатів використання типів ковзних середніх на тестових даних ринку нерухомості

Для проведення аналізу використання кожного з типів ковзних середніх буде обрано одну і ту саму множину даних задля достовірного порівняння. Треба враховувати, що ковзна середня може показувати різні результати на різних періодах даних, тому множина даних містить у собі дані за останні 10 років.

Як було зазначено у розділі 1.4, ринок нерухомості не здатен показувати великі трендові коливання, а отже період повинен бути достатньо великим. Застосування великого періоду дозволить визначити найбільш вагомі хвилі в трендах зміни ціни, без зайвих сигналів, що має бути дуже корисним для інвесторів в ринок нерухомості, з огляду на те, що середня довжина угоди на даному ринку зазвичай займає від трьох до шести місяців [17].

2.2.1 Проста ковзна середня

Як було описано у підрозділі 2.1.1, проста ковзна середня це звичайне середнє арифметичне цін за певний період, а отже ніяких вхідних коефіцієнтів даний тип ковзної середньої на приймає. Виходячи з цього, потрібно лише застосувати формулу ковзної середньої на певний період.

Експеримент 1.

Для першого експерименту було обрано період, або ж, іншими словами, порядок, який дорівнює 180, тобто пів року. Розглядати даний експеримент будемо на даних за останні 5 років.

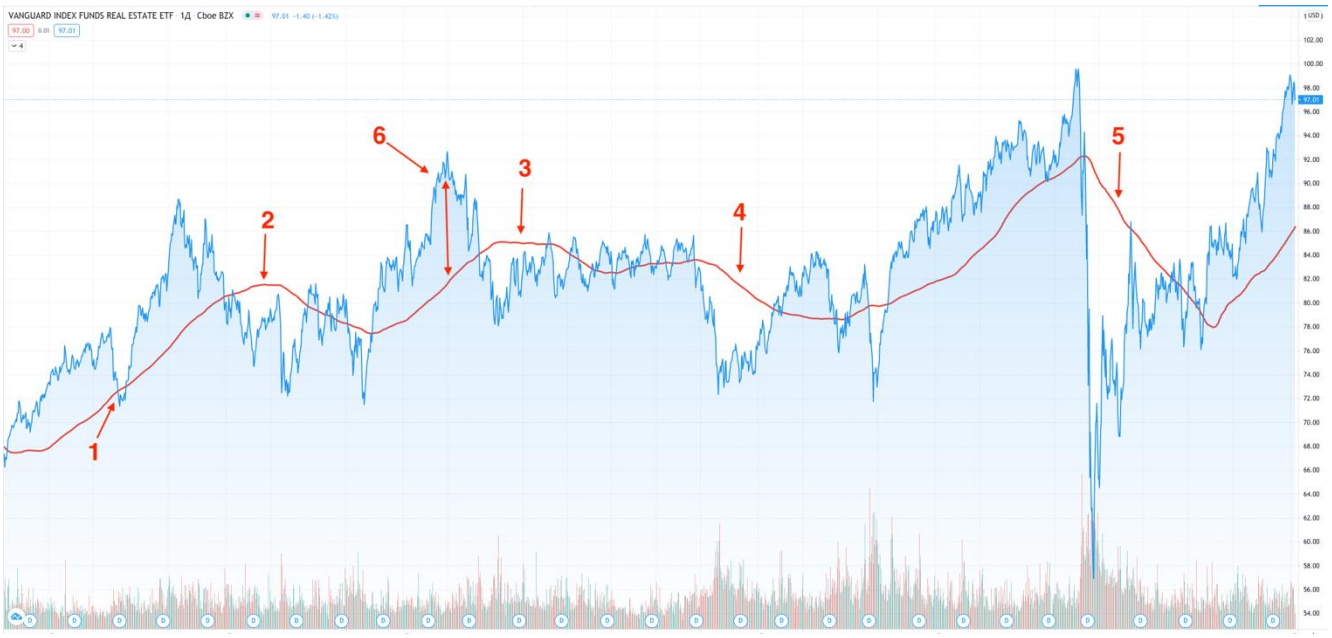

Рисунок 2.1 – Проста ковзна середня з періодом 180 на графіку за 5 років

Як можна побачити на рисунку 2.1, проста ковзна середня з періодом 180 дуже слабо реагує на незначні зміни ринку. Точка під номером 1 показує, як SMA взагалі майже не змінила напрямку при падінні ціни, що є досить позитивним результатом, адже дане падіння було короткостроковим. У той же час, точками 2, 3, 4, 5 та 6 відображено як SMA реагує на пікові зміни у ціні із запізненням у майже пів року, що, з урахуванням середньої тривалості угод на ринку нерухомості у пів року, є досить значним відставанням. Можна зробити висновок, що період SMA(180) є занадто великим для угод на пів року, адже він зовсім не в змозі відобразити актуальний тренд на короткому проміжку часу. Але для більш довгострокових інвестицій, наприклад 5 років, SMA дає можливість не реагувати на незначні для даного проміжку часу зміни.

Враховуючи, що усе ж таки більшість угод триває приблизно пів року, то необхідно зменшити період у наступному експерименті.

Експеримент 2.

Візьмемо період 90. Розглядатимемо ковзну середню на тих же 5 роках.

Рисунок 2.2 – Проста ковзна середня з періодом 90 на графіку за 5 років

Як можна побачити на рисунку 2.1, проста ковзна середня з періодом 90 набагато краще реагує на будь-які зміни ринку. Але в той же час, вона дає хибні сигнали, як наприклад у точці 1, де падіння було лиш короткостроковим. У той час як SMA_{180} майже не відреагувала на це падіння, SMA_{90} показала рух до низу, що є доволі хибним сигналом. Таку ж ситуацію можна побачити у точці 7. Однак подібна чутливість також має свої переваги. Як можна побачити у точках 2 та 6, сигнал униз має досить довге продовження що повністю співпадає с ринком.

Також можна взяти до уваги точки 3, 4 та 5, де чітко видно що SMA_{90} не майже реагує на малі коливання, а отже потенційний інвестор іноді може чітко опиратися на ці дані.

Експеримент 3.

Візьмемо період 30. Графік розрахований на 5 років.

Рисунок 2.3 – Проста ковзна середня з періодом 30 на графіку за 5 років

З першого погляду може здатися, що SMA_{30} ідеально описує графік. Точки 1, 2, 3, 4 та 5 показують, що період у 30 пунктів устигає за всіма значними коливаннями. Але якщо подивитися на точку 6, то можна побачити, що незначні коливання також викликали значні сигнали. Це можна побачити, зменшивши данні у графіку до одного року.

Як можна побачити з рисунку 2.4, SMA_{30} реагує майже на кожне коливання, коли на справді ринок просто відчуває незначні коливання у ціні у межах 83 та 85 пунктів. Опираючись на це, можна допустити багато помилок у виборі інвестиційної стратегії. Виходячи з цього, є певна необхідність у збільшенні періоду.

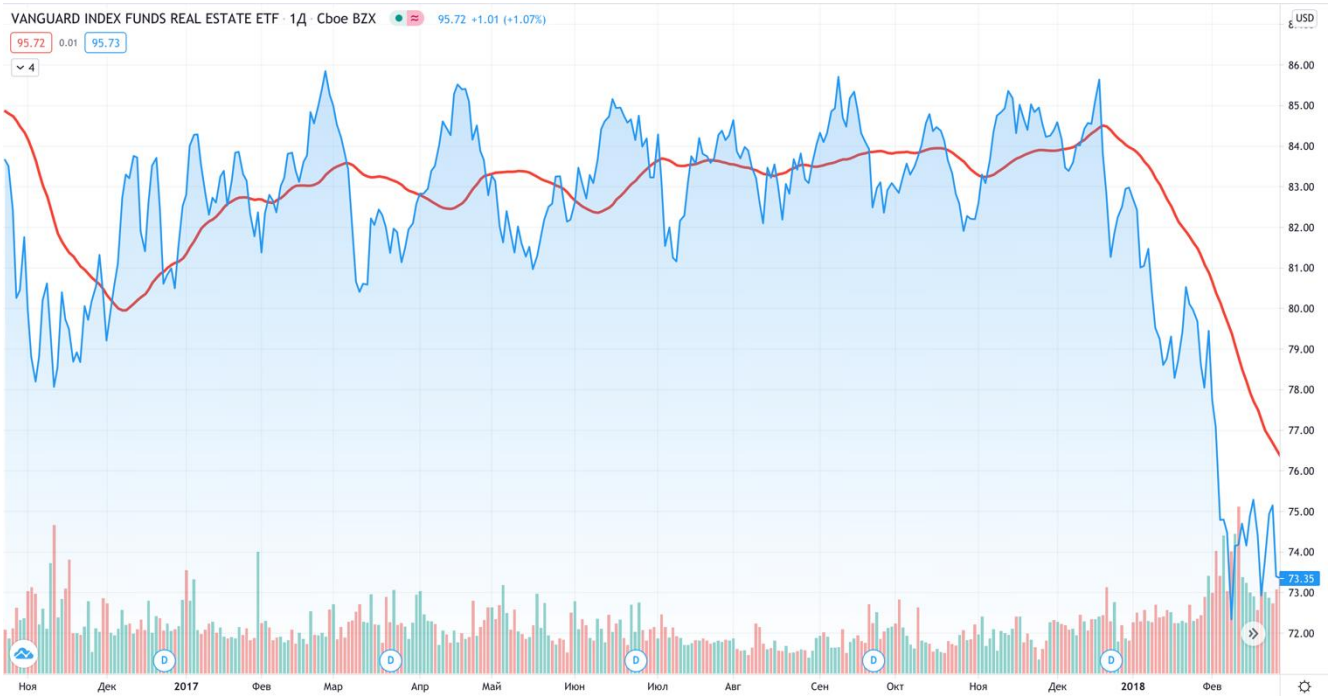

Рисунок 2.4 – Проста ковзна середня з періодом 30 на графіку за 1 рік

Експеримент 4.

Візьмемо період 60.

Даний період має краще реагувати на значні коливання і в той же час менше реагувати на незначні коливання.

Рисунок 2.5 – Проста ковзна середня з періодом 60 на графіку за 5 років

Як можна побачити, на графіку у 5 років (рисунок 2.5), SMA_{60} візуально має майже ті результати що й SMA_{30}. Розглянемо більш короткий період часу.

Рисунок 2.6 – Проста ковзна середня з періодом 60 на графіку за 2 роки

На рисунку 2.6 можемо побачити, що коливання на незначні відхилення у ціні значно зменшились порівняно з графіком на рисунку 2.4. SMA_{60} усе ще має деякі хибні сигнали, але у своїй більшості показує досить чіткі сигнали, рівномірно розподіляючи вплив падіння та зростання ціни на середнє значення.

У загальному вигляді, можна зробити висновки, що SMA не дуже чітко реагує на зміни коливання ринку. Якщо взяти SMA_{180}, період якої можна вважати великим, то бачимо що вона не реагує майже ні на що, окрім певних ринкових потрясінь, але це не є тим показником за яким слідкують інвестори при середній тривалості угод у пів року. Якщо взяти SMA_{90}, тобто з середнім періодом, то вона буде показувати результативність лиш частково, з певною періодичністю даючи хибні сигнали. SMA_{30} показує занадто багато хибних сигналів. Певною «золотою серединою» можна вважати SMA_{60}, адже саме такий період за результатами експериментів показав найкращі сигнали що як короткострокових змін, так і довгострокових.

2.2.2 Подвійна проста ковзна середня

Існує такий метод використання ковзних середніх, як їх комбінування. Збільшення періоду ковзної середньої призводить до менших похибок, але у то же час збільшується затримка у знаходженні тренду, як ще можна побачити на рисунках 2.1 (пункт 5) та 2.2 (пункт 6). Якщо ж використовувати менший період, то затримка зменшується, але кількість хибних сигналів зростає. Виходячи з цього, можна допустити, що якщо накласти на один графік одразу декілька ковзних середніх, то можна буде побачити усі сигнали від ковзної середньої з малим періодом, при цьому у той же час порівняти ці сигнали з більш глобальним трендом, який показує ковзна середня з більшим періодом. У результаті цього, на перетині двох ковзних можна побачити більш чіткі сигнали.

Візьмемо подвійну просту ковзну середню з періодами 30 та 90. Саме ці періоди були використані у 2 та 3-му експериментах підрозділу 2.2.1. Кожен з них добре показував як довгострокові тренди, так і короткострокові. Отже у комбінації вони мають показати добрі результати.

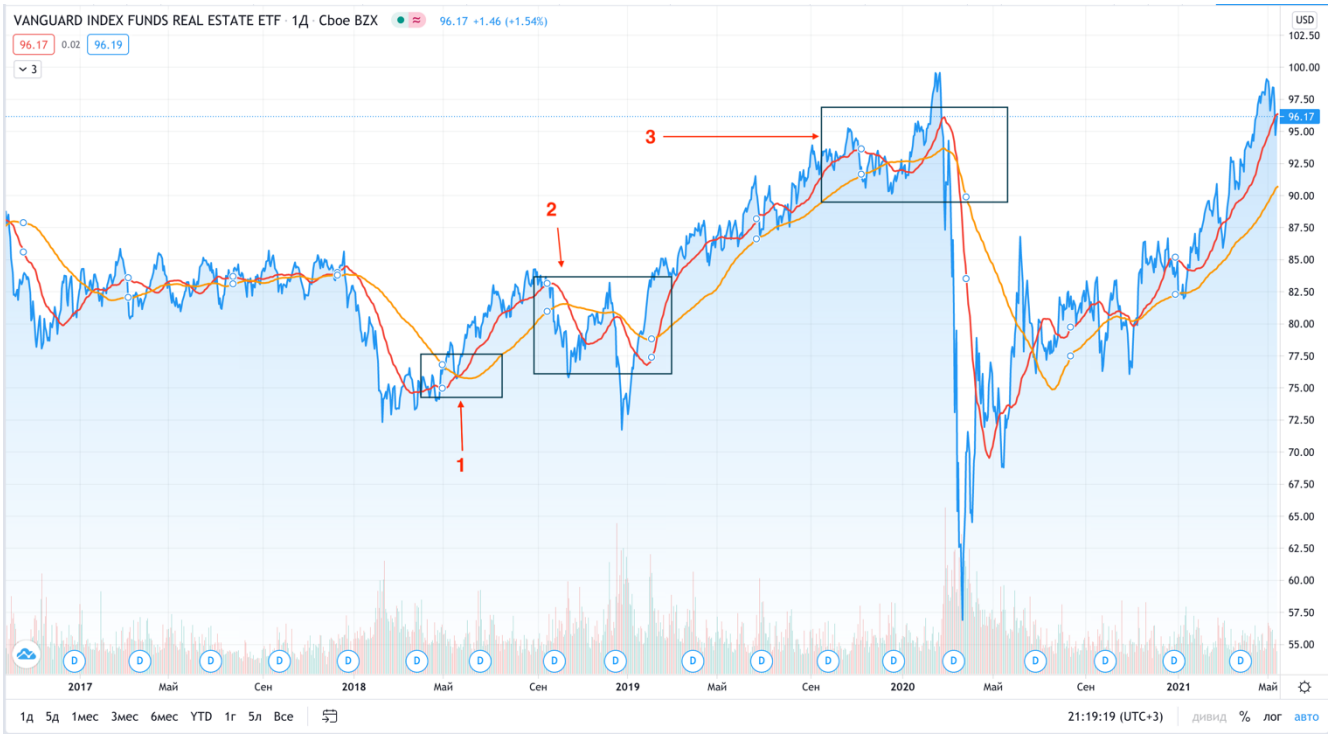

Рисунок 2.7 – Подвійна ковзна середня з періодом 30 та 90 на графіку у 5 років

Як можна побачити на рисунку 2.7, точки перетину, як от 1, 2 та 3, показують досить чіткі сигнали, які не враховують незначні коливання, беручи до уваги лише довгострокові тренди, при цьому з мінімальною затримкою у часі. Таким чином, інвестор може отримати досить чіткі сигнали з мінімальною затримкою. У такий спосіб можна комбінувати безліч простих ковзних середніх, але це є малоефективно, адже у результаті це призведе лише до усереднення усіх простих ковзних середніх, тобто до періоду, який є середнім арифметичним.

Спробуємо покращити точність передбачення тренду використовуючи зважену ковзну середню.

2.2.3 Зважена ковзна середня

Як було описано у підрозділі 2.1.2, зважена ковзна середня (WMA) являє собою модифікацію простою ковзної середньої, у якої вагові коефіцієнти підібрані так, що найсвіжіші ціни мають більшу вагу ніж найостанніші.

Враховуючи те, що WMA це э просто вдосконалена SMA, можна зробити висновок, що проводити експерименти з пошуками найбільш точного періоду немає сенсу. Але як показано у формулі, коефіцієнт a, що використовується у WMA для надання ваги останнім цінам, залежить саме від періоду, а отже є сенс перевірити певні відхилення від оптимального періоду для SMA.

Експеримент 1.

Виходячи з експерименту 4 у підрозділі 2.2.1, оптимальним періодом було обрано значення 60. Часовим відрізком оберемо 2 роки.

Як можна побачити на рисунку 2.8, WMA_{60} ненабагато краще знаходить зміни цінового тренду, порівняно з SMA_{60}. Якщо обрати однакові періоди, кількість хибних сигналів залишатиметься однаковою, але WMA_{60} буде трохи швидше реагувати на зміни у тренді.

Виходячи з результатів зазначених вище, можна зробити висновок, що WMA_{60} майже не має покращень порівняно з SMA_{60}.

Рисунок 2.8 – Порівняння WMA_{60} та SMA_{60} на графіку за 2 роки

2.2.4 Експоненціальна ковзна середня

Як було описано у підрозділі 2.1.3, експоненціальна ковзна середня (EMA) являє собою модифікацію зваженої ковзної середньої (WMA). Основною різницею є те, що EMA бере до уваги усі попередні ціни.

Експеримент 1.

Виходячи з експерименту 4 у підрозділі 2.2.1, оптимальним періодом було обрано значення 60. Часовим відрізком оберемо 2 роки.

Як можна побачити на рисунку 2.9, EMA_{60} набагато краще знаходить зміни цінового тренду, порівняно з SMA_{60}. Якщо обрати однакові періоди, кількість хибних сигналів залишатиметься однаковою, але EMA_{60} буде трохи швидше реагувати на зміни у тренді.

Проведемо ще один експеримент і спробуймо порівняти EMA_{60} з подвійною простою ковзною середньою, яка була описана у підрозділі 2.2.2, та яка показала свою кращу ефективність порівняно з SMA_{60}.

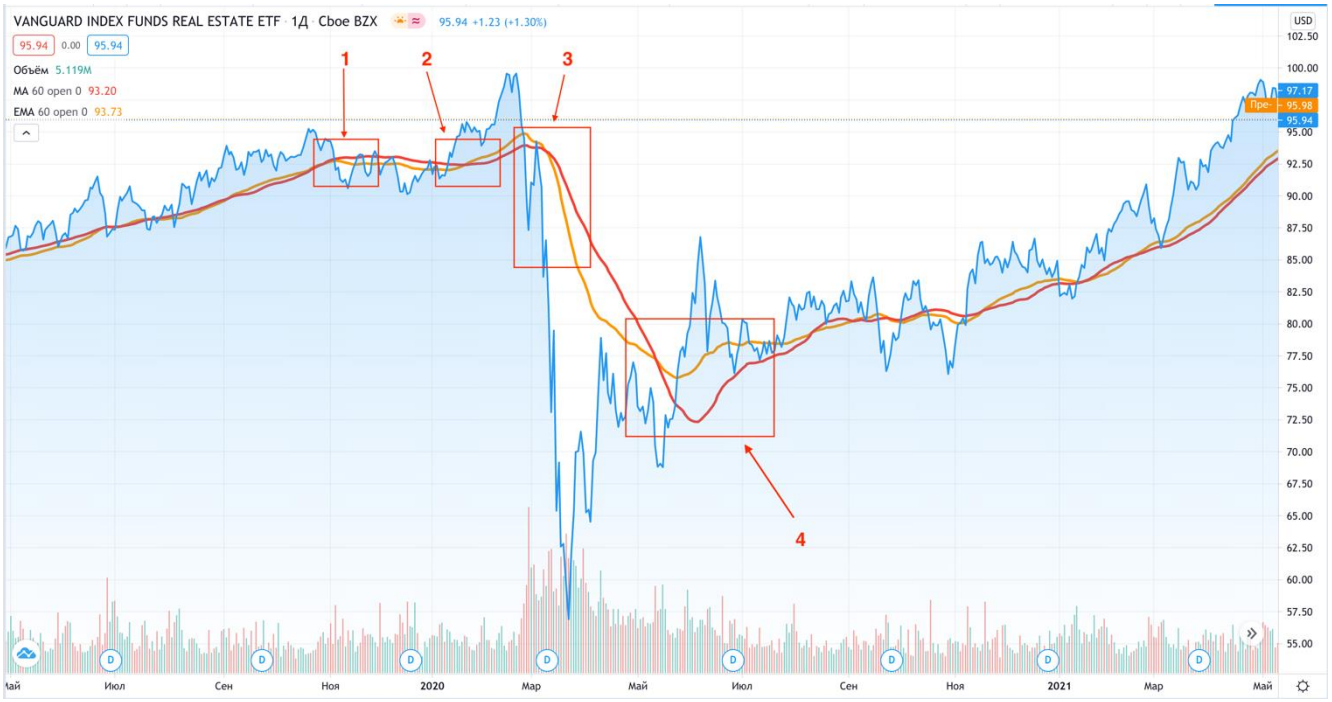

Рисунок 2.9 – Порівняння EMA_{60} та SMA_{60} на графіку за 2 роки

Експеримент 2.

Оберемо EMA_{60} та подвійну SMA з періодами 30 та 90. Дані за 2 роки.

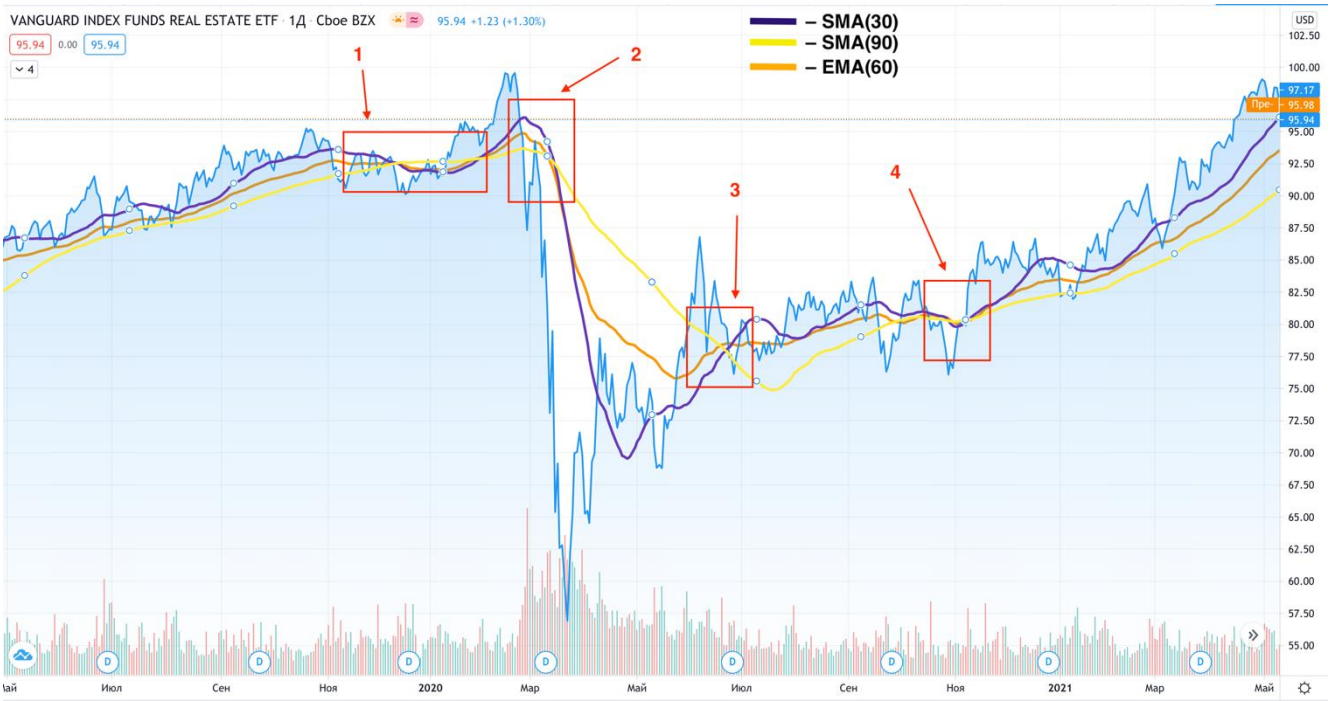

Рисунок 2.10 – Порівняння подвійної SMA з періодами 30 та 90 і EMA_{60} на графіку за 2 роки

Як можна побачити на рисунку 2.10, а особливо у точках 1, 2, 3 та 4, EMA_{60} подає значні сигнали на зміну тренду саме у той же час, що й перетин SMA_{30} та SMA_{60}, а іноді й випереджаючи їх. Також, слід зазначити, що подвійна SMA може дати точні сигнали лише на свої перетинах, у той час як EMA_{60} подає досить чіткі сигнали на усьому часовому проміжку. Цей факт дає можливість зробити висновок, що EMA_{60} є значно ефективнішим індикатором у цьому порівнянні.

2.2.5 Подвійна експоненціальна ковзна середня

Як сказано у підрозділі 2.1.4, подвійна експоненціальна ковзна середня ($DEMA$) представляє собою модифікацію звичайної EMA, при цьому у розрахунок йдуть не самі ціни, а саме значення EMA у проміжок часу t.

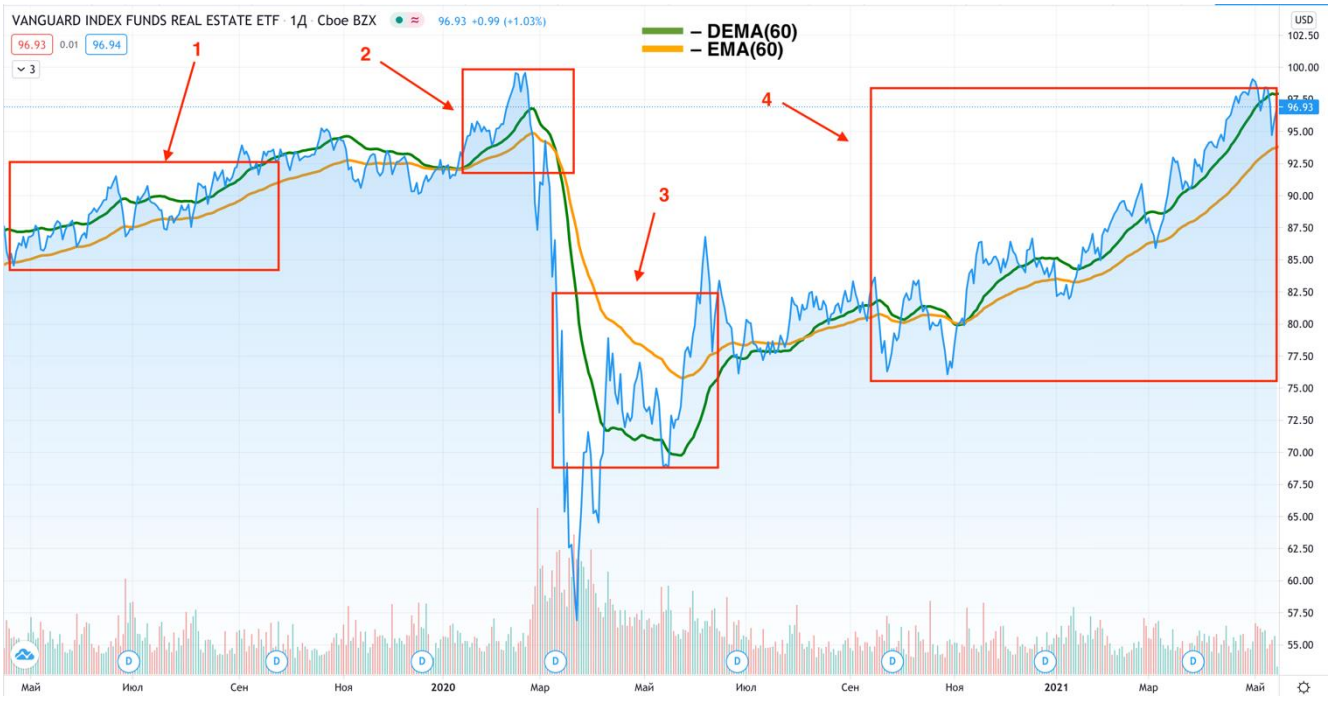

Рисунок 2.11 – Порівняння $DEMA_{60}$ з EMA_{60} на графіку за 2 роки

На рисунку 2.11 можна побачити, що $DEMA$ набагато краще слідкує за локальними зростаннями та падіннями, при цьому не даючи навіть незначних

шумів. Тобто використання EMA як основну ціну у проміжку часу t дає можливість краще та швидше передбачати напрямок тренду.

Дивлячись на такі великі реакції на незначні локальні тренди, можна подумати, що проста ковзна середня (SMA), або ж зважена ковзна середня (WMA), з малим періодом, покажуть ті ж самі результати. Розглянемо експерименти нижче.

Експеримент 1.

Експериментальним шляхом, а саме методом підбору, було знайдено, що SMA_{30} найбільш візуально схожа на $DEMA_{60}$.

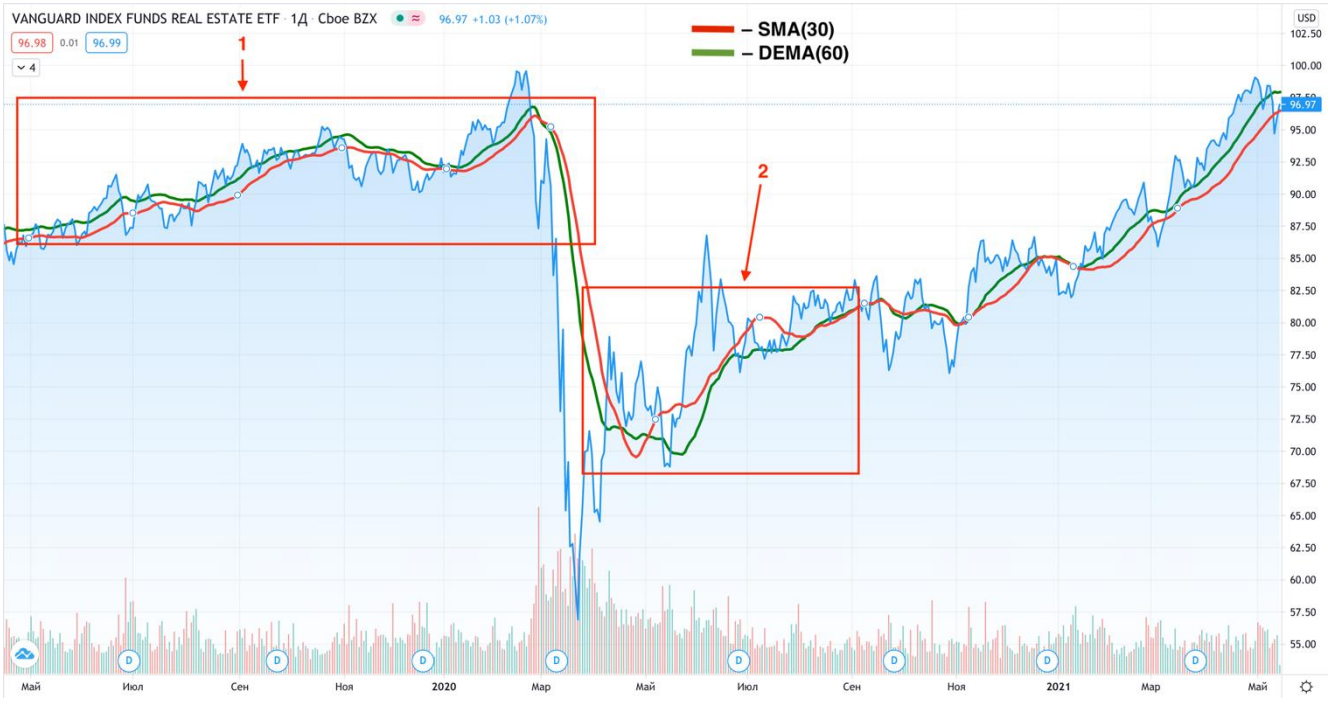

Рисунок 2.12 – Порівняння $DEMA_{60}$ з SMA_{30} на графіку за 2 роки

Як можна побачити на рисунку 2.12, SMA_{30} й справді в деяких точках показує майже ті ж самі результати. Але якщо подивитися на область 1, то можна побачити що $DEMA_{60}$ знаходиться вище й показує справжній зростаючий тренд більш впевнено, аніж SMA_{30}. Може здатися що це просто незначна похибка, й потрібно зменшити період, щоб SMA краще реагувала на найостанніші ціни. Але якщо подивитися на область 2, то можна побачити, що SMA показує занадто багато запізнених трендів, які ще й мають досить велике відхилення від справжнього тренду. Отже, при зменшенні періоду, ці відхилення від тренду стануть ще

більшими. Як висновок цього експерименту – зменшення періоду SMA не дає таких точних результатів, які може продемонструвати $DEMA$.

Експеримент 2.

Експериментальним шляхом, а саме методом підбору, було знайдено, що WMA_{35} найбільш візуально схожа на $DEMA_{60}$.

Рисунок 2.13 – Порівняння WMA_{35} та $DEMA_{60}$ на графіку за 2 роки

Як можна побачити на рисунку 2.13, WMA_{35} майже повністю схожа на $DEMA_{60}$. Але у області, що помічена на рисунку як цифрою 1, можна побачити, що WMA занадто сильно слідує локальному тренду, порівняно з $DEMA$. Основною проблемою тут є те, що насправді тренд не є настільки сильнім, тому далі ми бачимо зворотній напрямок WMA. Це не є великим недоліком, але у конкретному випадку саме $DEMA$ краще справляється з пошуком тренду.

Після проведення усіх експериментів можна зробити висновок, що саме подвійна експоненціальна ковзна середня з періодом 60 ($DEMA_{60}$) краще всього підходить для використання на ринку нерухомості з урахуванням середньої

тривалості угод у пів року. Саме $DEMA$ найкраще рухалася за трендом ціни, при цьому майже не даючи хибних сигналів.

2.3 Оптимізація подвійної експоненціальної ковзної середньої

Визначивши у підрозділі 2.2, що подвійна експоненціальна ковзна середня ($DEMA$) є найбільш точним методом для визначення тренду руху ціни, спробуємо оптимізувати його. У попередніх експериментах за ціну завжди бралась ціна на відкритті торгової свічки. Можна припустити, що дані показники не є найбільш точними, адже за день ціна може сильно змінюватися, і в результаті дані за початок дня і за кінець будуть сильно відрізнятися. Якщо враховувати, що ковзна середня повинна шукати саме тренд, то є сенс перевірити як вона буде вести себе з різними вхідними коефіцієнтами.

Експеримент 1.

Візьмемо за показник ціни свічки максимальну ціну. Зміна даного коефіцієнту може покращити результативність $DEMA$, тому що буде показувати максимальну можливу ціну за певний період. Тим самим показуючи настрій покупців.

Рисунок 2.14 – Порівняння ціни на відкритті з максимальною ціною

Як можна побачити на рисунку 2.14, ваговий коефіцієнт, котрий рівний максимальній ціні, змушує ковзну середню робити більш оптимістичний прогноз про тренд. Але насправді, у результаті $DEMA$ робить набагато більше хибних сигналів, як тільки зростаючий тренд спадає. Можна зробити висновок, що дана зміна тільки шкодить прогнозуванню.

Зворотна ситуація трапляється, коли як ваговий коефіцієнт використовується мінімальна ціна свічки. Тобто ковзна $DEMA$ починає створювати набагато більше хибних сигналів, як тільки спадаючий тренд зростає.

Рисунок 2.15 – Порівняння ціни свічки на відкритті з ціною на закритті

Експеримент 2.

Візьмемо за показник ціни свічки ціну на закритті свічки. Зміна даного коефіцієнту може показати зміни у результаті, адже враховуватимуться саме ті ціни, які були остаточними для певного періоду.

З рисунку 2.16 можна зробити висновок, що поведінка $DEMA$ ніяк не змінюється.

Рисунок 2.16 – Порівняння ціни на відкритті з ціною на закритті свічки

Експеримент 3.

Візьмемо за показник комбінацію цін свічки, тобто середнє значення ціни на відкритті та закритті січки, а також її максимальні та мінімальні значення.

Рисунок 2.17 – Порівняння ціни на відкритті з середнім значенням комбінацій цін свічки

Усереднене значення може показати більш зважені зміни тренду, що повинно покращити результати використання ковзної середньої.

Як можна побачити на рисунку 2.17, використання комбінації показників не приносить жодних змін.

Отже, після проведення трьох експериментів, можна зробити висновок, що зміна вагових коефіцієнтів не приносить жодного покращення. Навпаки, якщо для вагових коефіцієнтів використовувати максимальні або мінімальні ціни свічок, як показано в експерименті 1, то $DEMA$ починає створювати багато хибних сигналів.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТРЕНДОВОГО ІНДИКАТОРУ

Оскільки трендовий індикатор повинен бути розроблений для інтернет платформи у якості додаткового інструменту для аналізу, він повинен бути легким у використанні а також легким у налаштуваннях.

3.1 Обґрунтування вибору технологій реалізації

Оскільки трендовий індикатор буде використовуватися в інтернет-платформі, необхідно реалізувати його на мові JavaScript, адже тільки ця мова підтримується браузерами.

JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна мова програмування. Реалізація стандарту ECMAScript. Найчастіше використовується для створення сценаріїв веб-сторінок, що надає можливість на боці клієнта (пристрої кінцевого користувача) взаємодіяти з користувачем, керувати браузером, асинхронно обмінюватися даними з сервером, змінювати структуру та зовнішній вигляд веб-сторінки. JavaScript класифікують як прототипну (підмножина об'єктно-орієнтованої), скриптову мову програмування з динамічною типізацією. Окрім прототипної, JavaScript також частково підтримує інші парадигми програмування (імперативну та частково функціональну) і деякі відповідні архітектурні властивості, зокрема: динамічна та слабка типізація, автоматичне керування пам'яттю, прототипне наслідування, функції як об'єкти першого класу. [21]

Обчислення подвійної експоненціальної ковзної середньої можна винести на клієнтську частину, оскільки користувач буде мати можливість конфігурувати вхідні дані та коефіцієнти на ходу, задля швидкого аналізу результатів ковзної середньої. Якщо калькуляції будуть проходити на стороні серверу, то користувач буде відчувати затримки у калькуляціях, що може сильно зіпсувати User Experience (UX).

Для відображення даних у вигляді графіків було вирішено використовувати бібліотеку для побудування графіків Highcharts.js.

Highcharts.js це сучасна бібліотека графіків на основі SVG яка працює на більшості платформ. Це полегшує додавання інтерактивних діаграм до веб- та мобільних проектів. Він активно розробляється з 2009 року і залишається фаворитом розробників завдяки надійному набору функцій, простоті використання та ретельній документації. Дані можуть бути надані у будь-якій формі, включаючи CSV, JSON або завантажені та оновлені в режимі реального часу. Існують обгортки для більшості популярних мов, таких як .Net, PHP, Python, R та Java, а також iOS та Android, а також фреймворки, такі як Angular, Vue та React, доступні від Highcharts або нашої спільноти. Розумна реакція виходить за рамки пристосування діаграми до розмірів її контейнера, але автоматично розміщує не графічні елементи, такі як мітки, легенди та заголовки. Підтримка жестів Multi-Touch забезпечує чудовий досвід роботи на мобільних та сенсорних екранах. Одноразове перетягування для перевірки даних, мультитач для масштабування тощо. Якщо потрібно відобразити тисячі або мільйони точок даних у браузері, підсилюючий модуль на основі WebGL забезпечує швидкість, яка залишає конкурентів далеко позаду. [22] Дана бібліотека надає можливість створювати графіки дуже швидко, просто задаючи конфігурацію у вигляді об’єкту, що дає можливість приділяти більше уваги іншому функціоналу.

3.2 Програмна реалізація трендового індикатору

Для програмної реалізації подвійної експоненціальної ковзної середньої ($DEMA$) спочатку потрібно реалізувати експоненціальну ковзну середню (EMA), адже формула того потребує.

3.2.1 Реалізація експоненціальної ковзної середньої

Реалізація експоненціальної ковзної середньої наведено у лістингу 3.1.

Лістинг 3.1 – Програмний код експоненціальної ковзної середньої

```
function EMA(data, period = 1) {
    const k = 2 / (period + 1);
    let result = [];
    result[0] = data[0];
    for (let i = 1; i < data.length; i++) {
        let newPoint = (data[i] * k) + (result[i-1] * (1-k));
        result.push(newPoint);
    }
    return result;
}
```

3.2.2 Реалізація подвійної експоненціальної ковзної середньої

Для того щоб програмно реалізувати обчислення подвійної експоненціальної ковзної середньої, треба спочатку розбити формулу на дві частини. Для початку, потрібно знайти EMA ціни та записати це до окремої змінної. Потім, потрібно побудувати нову EMA на основі даних цієї змінної. Тобто у результаті отримаємо наступні формули.

$$EMA1 = EMA(\text{початкових даних})$$
$$EMA2 = EMA(EMA1)$$
$$DEMA = (2 * EMA1_n) - EMA2_n$$

де n – крок ітерації у циклі.

Реалізація обчислення $DEMA$ наведена у лістингу 3.2.

Лістинг 3.2 – Програмний код подвійної експоненціальної ковзної середньої

```
function DEMA(data, period = 1) {
  const EMA1result = EMA(data, period);
  const EMA2result = EMA(EMA1result, period);

  return EMA1result.map((_, index) => {
    return (2 * EMA1result[index]) - EMA2result[index];
  });
}
```

3.3 Наведення результатів програмної реалізації

Універсальність програмної реалізації дозволяє використовувати розроблені програмні модулі на будь-яких даних. Також, можливість конфігурувати період дозволяє користувачеві обирати саме ту точність ковзної середньої, яка йому потрібна.

Використовуючи розроблені функції для обрахунку ковзної середньої та бібліотеку Highcharts.js, було розроблено декілька прикладів використання програмної реалізації.

Рисунок 3.1 – Ціна за метр квадратний у Києві за останні 12 років

Як можна побачити, ціни мають дуже малу волатильність, тому $DEMA_{200}$ зовсім не встигає за реальним трендом. Розглянемо більш волатильний варіант з меншим часовим діапазоном та меншим періодом $DEMA$.

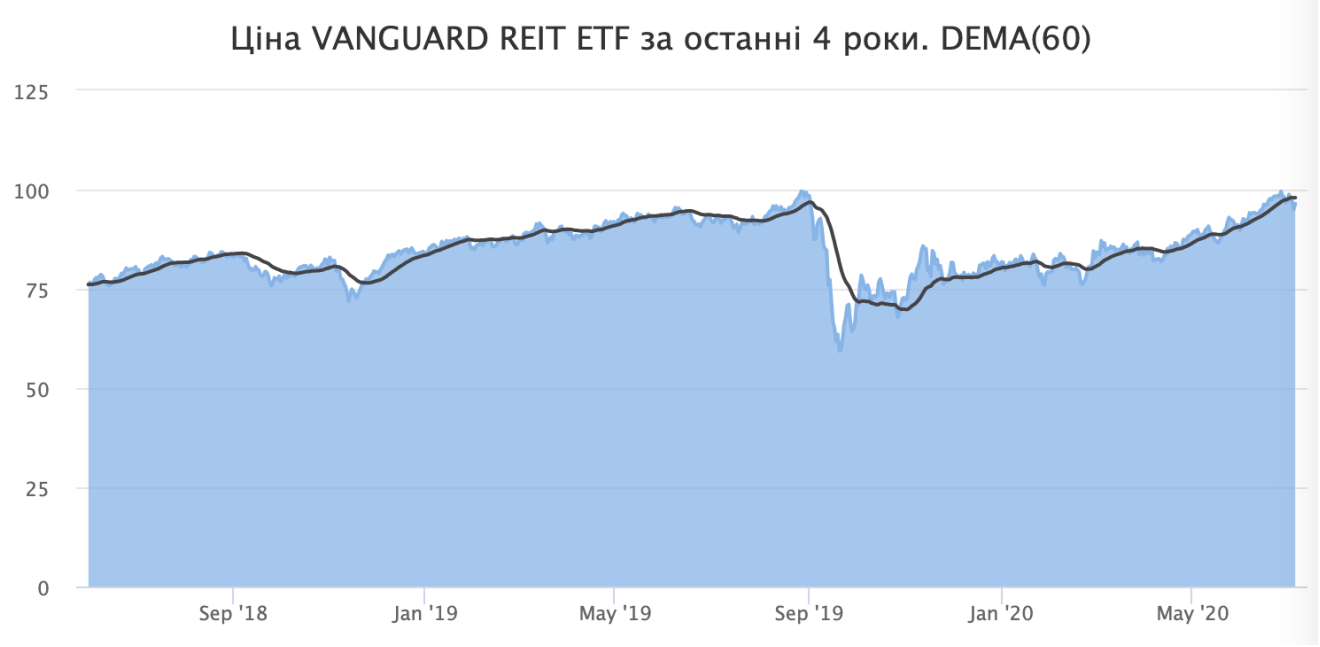

Рисунок 3.2 – Ціна за одну акції VANGUARD REIT ETF за останні 4 роки

Як можна побачити на рисунку 3.2, розглянута раніше у експериментах $DEMA_{60}$, яка була обрана як найбільш точно описуюча тренд ковзна середня, чудово показує себе на реальних даних.

ВИСНОВКИ

В рамках кваліфікаційної роботи було проаналізовано більшість найбільш популярних трендових технічних індикаторів. Було описано їх недоліки та переваги порівняно один з одним, наведені шляхи їх реалізації та використання. За результатами аналізу було розроблено пропозиції по створенню трендового технічного індикатору який прогнозує поведінку ринку нерухомості.

У ході аналізу було знайдено, що ковзна середня є найбільш ефективним методом прогнозування майбутньої ціни, завдяки гнучкій кастомізації вхідних параметрів та легкості прогнозування майбутнього тренду. У ході роботи були проаналізовані майже усі можливі типи ковзних середніх. Було описано їх переваги та недоліки, способи реалізації та використання. Шляхом проведення експериментів на реальних даних було знайдено найбільш ефективний тип ковзної середньої, а саме подвійна експоненціальна ковзна середня з періодом 60, тобто ковзна середня бере у розрахування лише останні 60 значень. Процес вибору супроводжувався порівняльнім описом трендових індикаторів, та візуальними обґрунтуваннями їх недоліків та переваг.

В результаті виконання роботи, було проаналізовано існуючі трендові технічні індикатори, експериментальним шляхом було знайдено найбільш ефективний, який потім було програмно реалізовано.

Особливістю програмної розробки є досить висока універсальність – модуль може бути застосований на будь-якій інтернет платформі, яка потребує прогнозування майбутньої ціни на основі минулих даних. Розроблений технічний індикатор може бути використаний не тільки для прогнозування цін на нерухомість, а й будь-якого іншого активу, який засновано на базі часових рядів ціни.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Рынок недвижимости [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рынок_недвижимости.
2. Инвесторы меняют приоритеты и выбирают новые быстрорастущие рынки для вложений в недвижимость [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://vn.com.ua/news/investory-menjajut-prioritety-i-vybirajut-novye-bystrorastuschie-rynki-dlja-vlozhenij-v-nedvizhimost.
3. Елдер А. 'Основи біржової торгівлі". Навчальний посібник для учасників торгів на світових біржах / А. Елдер.. – 155 с.
4. Джон Дж. Мерфі «Технічний аналіз ф'ючерсних ринків. Теорія і практика »- М .: Паблішер, 2011 - 616 с.
5. Д. Швагер «Технічний аналіз. Повний курс »- М .: Паблішер, 2001 - 768 с. ISBN 589684-024-1
6. Леонардо Пізанський (Фібоначчі) «Книга абака». Рукописне видання. Італія 1202 р перероблена в 1228 г. - 459 с.
7. Н. Карпушина «Liber abaci» Леонардо Фібоначчі. Математика в школі, № 4, 2008
8. Уровни Фибоначчи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.avatrade.ru/education/professional-trading-strategies/fibonacci-trading-strategies.
9. Р. Н. Елліотт «Закон природи - секрети всесвіту» Nature's Law. The Secret of the Universe, 1946.
10. Роберт Пректер, Альфред Фрост «Хвильовий принцип Елліотта. Ключ до розуміння ринку »- М .:«Паблішер», 2012 - 270 с. ISBN 978-5-9614-1837-8
11. Волновая теория Эллиотта [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/objects/elliott/elliott_theory.
12. Білл Вільямс, Джастін Грегорі-Вільямс «Торговий хаос II» Trading Chaos. Maximize Profits with Proven Technical Techniques. Видавництво: ІК «Аналітика», 2005 - 208 с. ISBN 5-93855-032-7.

13. Bollinger Bands [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.metatrader5.com/ru/terminal/help/indicators/trend_indicators/bb.
14. Скользящая средняя [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://ru.ihodl.com/tutorials/2019-08-26/stohasticheskij-oscillyator-i-skolzyashaya-srednyaya-kratkoe-rukovodstvo/.
15. Экспоненциальная скользящая средняя [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://capital.com/ru/eksponencyalnaya-skolzyashchaya-srednaya.
16. Технический индикатор Parabolic SAR (Параболическая Система SAR) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.fxteam.ru/forex-library/technical-analyse/parabolic-sar/.
17. Flipping Houses [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/mortgage/real-estate-investing-guide/.
18. Джон Э. Х. Бизнес-прогнозирование / Э. Х. Джон, Д. Р. Артур, У. У. Дин. – Киев: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 645 с. – (Вильямс). – (ББК 32.973.26-018.2.75).
19. Булашев С. В. Статистика для трейдеров / С. В. Булашев. – Москва: Компания Спутник+, 2003. – 245 с.
20. What Is the Double Exponential Moving Average (DEMA) Formula? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.investopedia.com/ask/answers/121814/what-double-exponential-moving-average-dema-formula-and-how-it-calculated.asp.
21. JavaScript [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/JavaScript.
22. Highcharts [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.highcharts.com/blog/products/highcharts/.
23. Использование комбинации осцилляторов MACD и Stochastic для анализа данных финансовых рынков [Текст] / Д.Э Ситников, П.Э Ситникова, С.В. Титов, А.А. Усань // Системи обробки информації. – Харків: ХУПС. – 2008. — Вып. 1. — С. 148-151.

24. Informativity of Association Rules from the Viewpoint of Information Theory / D. Sitnikov, O. Titova, S. Minukhin, A. Kovalenko, S. Titov // 2018 International Scientific-Practical Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2018 - Proceedings, 2019, с. 595-598.